

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



TESIS DOCTORAL

**Aspectos diversos de la competencia que se establece entre
trigo (*Triticum Vulgare* L.) y una especie de avena loca
(*Avena sterilis* L.)**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Ricardo González Ponce

Madrid, 2015

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
DE MADRID

T 632.51
GON
asp
FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE



5310046131

ASPECTOS DIVERSOS DE LA COMPETENCIA QUE SE ESTABLECE
ENTRE TRIGO (*Triticum vulgare* L.) Y UNA ESPECIE DE
AVENA LOCA (*Avena sterilis* L.).



R 28.306
Madrid, 1.976

MEMORIA presentada por
RICARDO GONZALEZ PONCE
para aspirar al título de
Dr. en Ciencias Biológicas.

Este trabajo ha sido realizado en el Departamento de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del Instituto de Edafología y Biología Vegetal del C.S.I.C. de Madrid, bajo la dirección del Prof.Dr.D. Valentin Hernando Fernández, a quien deseo expresar aquí mi más sincero agradecimiento.

De igual modo, quiero hacer constar mi gratitud al Prof.Dr.D. Jesús Izco Sevillano, Profesor Agregado de -- Botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid, por la presentación de -- esta tesis doctoral.

Agradezco también el apoyo prestado por el Dr. D. Luis Jimeno Martin, así como su asesoramiento en la realización del análisis estadístico de los resultados; a D. Angel -- Guerra Delgado, por las facilidades prestadas para la realización de la parte práctica del trabajo, y al resto del personal del Departamento de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal por su inestimable ayuda.

INDEX

I N D I C E

	<u>Pg.</u>
<u>I. INTRODUCCION</u>	1
1. CONCEPTO Y TIPOS DE COMPETENCIA	2
2. CONCEPTO Y ORIGEN DE LAS MALAS HIERBAS.	5
3. FACTORES RESPONSABLES DE LA COMPETENCIA ENTRE LAS MALAS HIERBAS Y LOS CULTIVOS	6
4. LAS "AVENAS LOCAS". SU ORIGEN Y ECOLOGIA.	8
5. CARACTERES BIOLOGICOS DE LAS "AVENAS LOCAS" QUE LAS HACEN INDESEABLES O DIFICULTAN SU ELIMI- NACION	11
6. DAÑOS QUE OCASIONAN LAS "AVENAS LOCAS".	15
7. "AVENA LOCA" ESTUDIADA	17
7.1. Clasificación sistemática.	17
7.2. Distribución geográfica	17
7.3. Su ciclo en relación al de los cereales.	18
8. OTROS ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS REFERENTES A LAS "AVENAS LOCAS"	22
8.1. Efectos competitivos recíprocos entre las distintas especies de cereales y "avenas locas"	22
8.2. Competencia que se establece entre cereales y "avena loca" según su estado de relativo crecimiento.	24

8.3. Capacidad competitiva de distintas variedades de la misma especie de cereal . .	26
8.4. Métodos de control para su eliminación . .	27
8.5. Efecto de la capacidad nutritiva del suelo y de los fertilizantes sobre la nutrición y desarrollo de cereales y "avenas locas" en competencia	28
9. OBJETO DEL PRESENTE TRABAJO	33
<u>II. METODOLOGIA EXPERIMENTAL</u>	<u>36</u>
1. VARIEDAD DE TRIGO ELEGIDA.	37
2. IMPLANTACION DE LAS ESPECIES COMPETIDORAS EN LOS TIESTOS EXPERIMENTALES.	37
3. CARACTERISTICAS DEL SUELO UTILIZADO.	40
4. FERTILIZACION Y RIEGO	42
5. ANALISIS VEGETALES	44
<u>III. EXPERIMENTO DE COMPETENCIA ENTRE Triticum vulgare L. Y Avena sterilis L. VARIANDO LA EPOCA DE SIEMBRA DE Triticum vulgare Y EL GRADO DE INFECCION DE Avena sterilis</u>	<u>46</u>
1. PLANTEAMIENTO	47
2. EVOLUCION DEL CRECIMIENTO DE AMBAS ESPECIES A LO LARGO DE SU CICLO BIOLOGICO.	50
3. VALORES BIOMETRICOS DE AMBAS ESPECIES AL FINAL DE SU CICLO BIOLOGICO	60

3.1. <u>Triticum vulgare</u>	61
3.1.1. Peso de grano de T.vulgare por tiesto	63
3.1.2. Número de hijos de T.vulgare por tiesto	67
3.1.3. Peso de paja de T.vulgare por tiesto.	71
3.2. <u>Avena sterilis</u>	75
3.2.1. Número de espiguillas de A.sterilis por planta	77
3.2.2. Número de hijos de A.sterilis por planta	82
3.2.3. Peso de paja de A.sterilis por planta	86
4. RELACIONES DE COMPETENCIA RECIPROCA	92
5. VALORES ANALITICOS DEL SUELO AL FINAL DEL CICLO BIOLOGICO	102
6. ASIMILACION DE NUTRIENTES POR AMBAS ESPECIES AL FINAL DE SU CICLO BIOLOGICO.	104
6.1. Valores analíticos de paja y exportación de nutrientes	104
6.2. Valores analíticos de grano y exportación de nutrientes	114
6.3. Evolución de los conceptos sobre absorción radicular y su relación con la composici ón mineral de ambas especies.	123
IV. <u>EXPERIMENTO DE COMPETENCIA DE Avena sterilis L. CON</u> <u>Triticum vulgare L. EN COMPARACION A LA DE T.vul-</u> <u>gare CONSIGO MISMO.</u>	
1. PLANTEAMIENTO	128

2. VALORES BIOMETRICOS DE T.vulgare AL FINAL DE SU	
CICLO BIOLOGICO	130
2.1. Peso de grano de T.vulgare	136
2.2. Número de hijos de T.vulgare	140
2.3. Peso de paja de T.vulgare	143
3. VALORES ANALITICOS DEL SUELO AL FINAL DEL CICLO	
BIOLOGICO	147
4. ASIMILACION DE NUTRIENTES POR T.vulgare AL FINAL	
DE SU CICLO BIOLOGICO.	149
4.1. Valores analíticos de paja y exportación	
de nutrientes	149
4.2. Valores analíticos de grano y exportación	
de nutrientes	153
5. COMPARACION DEL TOTAL DE NUTRIENTES ABSORBIDOS	
POR LA PARTE AEREA EN AMBOS TRATAMIENTOS . . .	157
<u>V. DISCUSION GENERAL</u>	161
<u>VI. CONCLUSIONES</u>	171
<u>VII. APENDICE</u>	177
<u>VIII. BIBLIOGRAFIA</u>	192

I. INTRODUCCION
=====

1. CONCEPTO Y TIPOS DE COMPETENCIA

En la naturaleza y en cualquier ecosistema perteneciente a ella, se producen una serie de relaciones entre los organismos tanto animales como vegetales, así como entre ellos y el biotopo que habitan, del que dependen totalmente para su supervivencia.

Una de las relaciones mas frecuentes es la de competencia en la que los distintos grupos de organismos constituyentes de la biocenosis, se ven afectados negativamente por su presencia mutua. Se trata pues, de un tema difícil de afrontar, por lo que tiene de compleja la relación entre individuos que a su vez dependen del medio en que viven y el cual es a su vez transformado por ellos.

Se distinguen dos tipos de competencia, una homotípica ó intraespecifica y otra heterotípica ó interespecifica, según se realice entre organismos de igual o distinta especie.

Existen opiniones diversas sobre cual de estos dos tipos de competencia se verifica con mayor intensidad. Para Darwin, la rivalidad entre especies de un mismo género es mas intensa que entre especies de géneros diferentes, por tanto, cuanto más se parecen dos organismos, más semejantes son sus necesidades y más intensa su rivalidad para la satisfacción de aquellas en un ambiente común. Piensa pues, que la mayor competencia se produce entre individuos de igual especie. Weaver y Clements (138), opinan, al igual que Darwin, que la competencia es mayor siempre entre especies similares, ya que son más pa-

recidas sus características anatómicas. Varma (132)), por el contrario, opina, que la competencia es más severa entre plantas de taxones diferentes, pero ecológicamente próximas.

También Weaver y Clements (138), consideran que la competencia es un proceso puramente físico, y que dos plantas no compiten entre si, mientras el contenido de agua, nutrientes y luz están en exceso para cubrir las necesidades de ambas; si un factor queda por debajo de las necesidades de ambas, entonces sobreviene la competencia (26). Es decir, si la nutrición es abundante, a pesar del parentesco entre especies, que tendrán las mismas necesidades, ambas cohabitarán sin llegar a competir, lo cual es una excepción al principio de Gause que preconiza que dos especies que poseen iguales necesidades, no pueden cohabitar y una de ellas será eliminada de la comunidad.

Pero con la aparición del concepto de nicho ecológico desarrollado por Elton en 1927 y comentado por Dice en 1952 surge una concepción más dinámica que las relaciones entre los organismos, que indica que el biotopo o hábitat de una especie indica su domicilio, mientras que el nicho ecológico designa su profesión, es decir, el modo de nutrirse de reproducirse, etc. por lo que dos especies con nichos ecológicos idénticos no pueden coexistir en la misma comunidad.

Según esto, Clarke (25) opina que existen dos tipos de competencia:

- Cuando las dos especies sean ecológicamente equivalentes, es decir, cuando hagan demandas comunes al ambiente, si una de ellas con sus características impide el

desarrollo de la otra con mayor intensidad que su propio desarrollo, la primera especie, determinará la eliminación paulatina de la segunda.

- Cuando las dos especies posean distintos nichos ecológicos, es decir realicen demandas al ambiente algo diferentes, entonces coexistirán juntas.

Así pues, el concepto de nicho ecológico está más próximo a la idea que tiene un agrónomo o un fisiólogo; pues para ellos la competencia se refiere a las diferencias existentes en cuanto a la eficacia con que los diferentes individuos que cohabitan en una comunidad obtienen del medio los factores necesarios para su crecimiento y reproducción subsiguiente, pero con un abastecimiento limitado de dichos factores.

Peralta (94), afirmaba que la competencia entre plantas era un fenómeno puramente físico, que consistía esencialmente en la disminución de parte del agua del suelo, luz y nutrientes, disponibles para cada planta en relación a cuando se encontraba aislada. Es decir, la competencia aumentaba con la densidad de población. Criterio que también comparte Bleasdale (18), pues él considera que dos plantas entran en competencia cuando el crecimiento o rendimiento de cualquiera de ellas es reducido o su forma modificada en relación a cuando se hallan cada una de ellas aislada.

En definitiva y dando a la competencia un carácter más dinámico, se trata de una lucha por acaparar las condiciones vitales, y en la cual resultan favorecidas las especies dotadas de una mayor capacidad para multiplicarse, así como las capaces de lograr un gran desarrollo, formando poblaciones

densas que impiden a otras especies desarrollarse y multiplicarse como lo harían en condiciones de vida aislada.

2. CONCEPTO Y ORIGEN DE LAS MALAS HIERBAS

Refiriéndonos al reino vegetal, existe una competencia tanto entre las plantas cultivadas como entre las silvestres, sean de igual o distinta especie, así como entre las plantas cultivadas y las silvestres que coexisten con ellas.

Surge entonces el concepto de "mala hierba", "planta infectante" ó "planta adventicia", como aquella que crece en un lugar donde no es buscada, criterio que procede una decisión subjetiva por parte del observador. O bien, aquella planta que se desarrolla en un lugar no deseable desde el punto de vista humano.

Este tipo de plantas, invaden lugares dedicados al cultivo, del que se persigue obtener una utilidad, compitiendo con él por espacio, luz, nutrientes, agua, etc., entorpecen las labores de recolección, son asentamiento de plagas y enfermedades que posteriormente infectarán los cultivos, etc. En fin, su existencia en un campo cultivado trae como consecuencia una serie de problemas muy diversos que afectan a la economía de la explotación agrícola.

Para Amaro (2), el origen de estas plantas se localiza en las especies indígenas de una zona determinada, que gracias al desarrollo de ciertos caracteres específicos de adaptación, las hace sobrevivir en áreas artificiales como son los campos dedicados al cultivo, poseen pues, una gran agresivi-

dad y capacidad de adaptación lo que lleva a considerarlas como las formas de plantas que mejor han evolucionado en paralelo a una destrucción o modificación de la vegetación y de sus biotopos por el hombre.

Existe una dinámica continua en la población de malas hierbas dentro de un campo de cultivo, tanto en número como en especies, así como en relación a las plantas cultivadas, dependiente según Budd y cols. de las condiciones climáticas del año (23), así como de la actuación humana sobre los campos que cultiva, al labrar, fertilizar, regar, etc. Sin embargo, desde que se han conocido los efectos nocivos de las malas hierbas, la actuación humana en el transcurso de la historia ha modificado el equilibrio biológico de los campos que se cultivaban, favoreciendo a las plantas que le eran útiles y eliminando por diversos métodos las indeseables ó malas hierbas.

3. FACTORES RESPONSABLES DE LA COMPETENCIA ENTRE LAS MALAS HIERBAS Y LOS CULTIVOS

Según cita de Amaro (2), Sagar en la 9ª British Weed Control Conference, procede a una apreciación de los factores responsables de la competencia entre las plantas cultivadas y las malas hierbas. Considerando los siguientes aspectos a través de los cuales una infectante puede competir con los cultivos

- 1) Emergencia más adelantada
- 2) Mayor superficie fotosintética inicial
- 3) Mayor tasa de asimilación
- 4) Mayor tasa de producción foliar
- 5) Superior disposición foliar
- 6) Sistemas radiculares producidos más rápidamente
- 7) Sistemas radiculares más extensos
- 8) Sistemas radiculares colocados más estratégicamente
- 9) Más rápido nivel de absorción de nutrientes
- 10) Más rápido nivel de absorción de agua
- 11) Más rápido nivel de absorción de oxígeno
- 12) Mayor tolerancia a la sequia
- 13) Mayor eficacia en el uso de minerales
- 14) Factores alelopáticos.

Como se puede observar, intervienen muchos factores basados principalmente en la constitución morfológica y fisiológica de las especies, aunque no todos estos factores concurrirán conjuntamente en todos los casos. Por otro lado, existe una gran dependencia del factor morfológico y fisiológico del medio edáfico y climático, así como del fisiológico respecto del morfológico y viceversa, lo cual hace que sea muy difícil afrontar el tema de la competencia.

Muchos de estos aspectos citados serán tema de comentario a lo largo de este trabajo, no así el de los factores alelopáticos cuyo estudio está muy en boga en la actualidad y posee un gran futuro. Estos como se sabe, se refieren a la capacidad

supresora del crecimiento que poseen entre sí las especies vegetales, fenómeno harto conocido desde hace tiempo, pero que no recibió nombre concreto hasta que Molisch en 1.937 le dió el nombre de alelopatia (86).

Unicamente diremos, que en el caso concreto de las avenas locas y específicamente Avena fatua, Osvald (88) en Escandinavia, apunta la posibilidad de un efecto supresivo del centeno sobre las mismas a través de exudados radiculares, efecto que posteriormente Thurston (127) en Inglaterra no ha podido evidenciar.

4. LAS "AVENAS LOCAS". SU ORIGEN Y ECOLOGIA

Dentro de las malas hierbas, son las "avenas locas", "avenazos" ó balluecas", todas incluidas en Avena spp., de las más abundantes en los campos cultivados del mundo, especialmente dedicados al cereal y que suponen mayores problemas para la agricultura.

Existe sin embargo gran confusión en cuanto a la sistemática de las especies del género Avena, dando el nombre vulgar de "avenas locas" a toda una gama de especies y subespecies. Así son frecuentes Avena fatua, Avena ludoviciana, Avena sterilis, Avena macrocarpa, Avena barbata, etc. existiendo una gran confusión entre ellas, por ocurrir hibridaciones que originan caracteres morfológicos intermedios, lo que a su vez dificulta a veces enormemente su clasificación.

Por otro lado, existe confusión referente a su nomenclatura, ya que cada autor las da una denominación, e incluso la que para un autor supone una subespecie dentro de una especie, para otros es una especie aparte, como es el caso de la ludoviciana, que hay quienes suponen se trata de una subespecie de la sterilis y para otros autores como Nevsky se trata de una especie independiente. Incluso Taborda Morais la considera como un híbrido entre la fatua y la sterilis y por tanto con carácter de especie independiente.

Para Malzew (79) y Gill y Vear (47), es muy probable que las avenas silvestres procedan del S.O. de Asia que como indican los doctores Rivas-Martínez (103) quizás sea a través de terófitos heliófilos propios de lugares no cubiertos potencialmente por vegetación leñosa.

Sus semillas o diásporas según la clasificación de Molinier y Müller en 1938 y citada por Vasconcellos (134) son epizoócoras, endozoócoras, autócoras rastreadoras y autócoras proyectoras y por tanto poseen gran facilidad de diseminación por lo que se habrán extendido fácilmente por el mundo, siendo ésta la causa de su existencia en los campos cultivados de cereal, junto como cita Abel (1), con la puesta en cultivo de tierras cerealistas que antes no lo estaban por su baja fertilidad e intenso cultivo de las mismas practicado desde tiempos remotos. Se citan incrementos de la población de avenas en Gran Bretaña (108) de 3 veces la población inicial y

de 2,8 veces en Irlanda (30), después de sucesivas cosechas de cereales, lo que nos da idea del efecto del cultivo intensivo de los cereales sobre la infección de avenas locas de los campos.

Proliferan esencialmente en suelos fértiles, profundos y ricos en elementos finos. Además el uso de fertilizantes nitrogenados hace que se eleve la tasa de su población pues no hay que olvidar que se trata de plantas nitrófilas (103).

Según los doctores Rivas-Martínez (103), las avenas locas se hallan incluidas en la Clase Secaletea, que agrupa principalmente a comunidades arvenses de los campos cerealistas y dentro del Orden Secaletalia, debido a las buenas características de los suelos en que proliferan, de lo cual existen diversas citas bibliográficas. Así López de Sagredo en España (76), las sitúa en suelos fértiles, Thurston en Inglaterra (120) en suelos ricos en elementos finos y Ladizinsky (69) y Litav (73) y (74) en Israel, en suelos profundos y ricos en elementos finos. Nuestra experiencia de campo nos hace situarlas coincidentes con la bibliografía, principalmente en suelos profundos, debido a la gran extensión de su sistema radicular, y con suficiente riqueza en nutrientes y elementos finos, pues en estas condiciones desarrollan más y producen más semillas que reinfectarán de nuevo el suelo.

En cuanto a las condiciones climáticas en que se desarrollan son variadas, así podemos decir que se encuentran por -

los cultivos cerealistas de todo el mundo siendo la más universal la Avena fatua debido a estar mas adaptada a climas menos cálidos y en que el desarrollo agrícola es mayor, tal es el caso de países como U.S.A., Canadá, Inglaterra, etc.

5. CARACTERES BIOLOGICOS DE LAS "AVENAS LOCAS" QUE LAS HACEN INDESEABLES O DIFICULTAN SU ELIMINACION

- 1) Debido a una selección natural favorable a las especies silvestres, cada planta produce muchísimas semillas, que en caso de la A.fatua han llegado a contabilizarse hasta 500 (2). Lo cual supone reinfectaciones enormes del terreno, máxime si existen muchas plantas infectantes, así en Yardley Hastings (Inglaterra) se han contabilizado unas $6 \cdot 10^6$ semillas/Ha. (126), lo cual significa una infección baja, pues se citan como infecciones moderadas hasta $70 \cdot 10^6$ semillas/Ha. (10) y (139), y como fuertes unas $160 \cdot 10^6$ semillas/Ha. (20). La infección sin embargo disminuye con la profundidad del suelo (101).
- 2) Poséen un ciclo biológico más corto normalmente que el de los cereales, con lo que caen sus semillas al suelo antes de efectuarse la recolección del cultivo, y por tanto se re infecta de nuevo el suelo.
- 3) Las semillas duran poco en la superficie del suelo ya que poséen como ocurre con la A.sterilis un mecanismo especial de enterramiento al infiltrarse en las grietas

del mismo, por movimientos provocados por la humectación y desecación de sus aristas higroscópicas. Además de una extremidad basal callosa y numerosos pelos alrededor, que facilitan su penetración en el suelo. Esto es lo que caracteriza el que sea denominada como autócora rastreante, mecanismo quizás "inventado" para facilitar su penetración en el suelo y posterior germinación, puesto que se intuye un efecto inhibidor de la luz sobre la germinación de las semillas de avena loca, (30), (93), por el escaso número de plántulas de las mismas procedentes de semillas localizadas en la superficie del suelo. No obstante, Banting considera que dicha inhibición no dura mucho tiempo (6).

- 4) Las plántulas de A.fatua y A.ludoviciana según Quail y Carter (98), emergen de semillas enterradas a una profundidad de 15 cm. en el primer año, y 7,5 cm. en el segundo, siendo las enterradas a 2,5 cm. las que alcanzan mayor porcentaje de plántulas y facilitándose su emergencia en suelos de fácil fracturación. Para Thurston (119), (126), la profundidad desde la que pueden emerger plántulas de A.ludoviciana es como máximo de semillas localizadas a 22,5 cm. Así pues, sus semillas pueden germinar y dar lugar a plántulas desde bastante profundidad del suelo.
- 5) Cada espiguilla posee varias semillas, - en caso de la A. sterilis tres o cuatro-, que germinan escalonadamente en el transcurso del tiempo (27), (53), (55), (119) y (126).

Para el caso de la A.ludoviciana y sterilis la nascencia se realiza en cada año a lo largo de todo el invierno, así en el primer año germinan el 1º. y 2º. granos, quedando el 3º. y 4º. para años posteriores (53), (55), (126), por hallarse en profundo letargo estos últimos en el primer año.

- 6) Las semillas son viables en estado lechoso en un 30% de los casos (2). Dicha viabilidad según Harrington, ocurre cuando los primeros granos están más de cinco días fuera de la vaina (58), siendo a partir de los 15 ó 20 días después de la antesis, según Thurston, cuando aumentan ya bastante las semillas que serán viables (122).
- 7) Las semillas sufren un periodo de letargo de mayor o menor duración que a veces depende de las condiciones ambientales y después del cual germinan, pudiendo éste durar varios años según las especies del G.Avena.(6),(9), (16) y(125). En experimentos llevados a cabo en Inglaterra en condiciones de invernadero han tardado cuatro años en germinar todas las semillas de A.sterilis que se incorporaron al suelo en tiesto experimentales (52). Se sabe también que cuanto más profundas se hallan enterradas más tiempo sobreviven (7), así Thurston afirma que en Inglaterra y Gales han llegado a sobrevivir de 50 a 70 años (120).

Para Banting, la persistencia de las avenas locas se debe al letargo y no a la ausencia de condiciones de germinación, pues el defecto de humedad y de oxígeno no posee más que una importancia temporal (6). No obstante, la germinación es mayor cuanto más alta es la humedad del suelo, según confirman Quail y Carter (98). Este letargo para Johnson está en caso de la A. fatua, controlado genéticamente (63) y se debe quizás como afirman Shepley y cols. a que existe algún mecanismo metabólico especialmente bloqueado (112).

- 8) Sus semillas como ya ha quedado dicho son endozoócoras y sobreviven después de haber pasado por el aparato digestivo del ganado vacuno, pudiendo permanecer viables durante varias semanas en el estiércol (65).
- 9) Como citan Pavlychenko y Harrington (93), así como Longchamp (75), las avenas locas establecen competencia con los cereales por encima y bajo el terreno. Así en estado adulto las especies cultivadas del G. Avena poseen raíces más finas, abundantes y largas que el trigo y la cebada, lo que las hace según Hobbs y Krogman más eficaces utilizadoras del agua (59). Para Sexsmith y Russell el hábito de crecimiento del trigo y avenas es similar por lo que aprovecharán por igual los fertilizantes (110), según lo cual deberían poseer a este respecto igual "nicho ecológico".

Para Pfeiffer y Holmes el cereal y los avenazos poseen igual acceso a nutrientes, humedad edáfica y espacio, por tratarse ambas de gramíneas (95).

- 10) A partir de su emergencia en el suelo se dificulta su eliminación por los herbicidas debido a su similitud morfológica con los cereales cultivados.

6. DAÑOS QUE OCASIONAN LAS "AVENAS LOCAS"

Además de las pérdidas cuantiosas de producción de cereales originadas por la competencia y de las cuales ya se quejaba Virgilio en sus "Eglogas", su existencia en los campos supone el que sea necesaria una mano de obra adicional y unos gastos de material o productos si se intenta evitar su influencia perniciosa.

Estas pérdidas de producción son muy variables de unos países a otros según condiciones ecológicas, especie y variedad del cultivo cerealista, especie de avena loca, grado de infección, época de siembra del cereal, fertilización aplicada y otras prácticas culturales.

Sin embargo estas pérdidas de producción se pueden cifrar como término medio alrededor de un 25% de la cosecha. Así, se citan para el caso de A.fatua, en U.S.A. y en trigo descensos de producción de éste último de un 6 a un 35% (14) y (57); en Canadá donde han sido muy estudiados por diversos autores los efectos competitivos de aquella sobre diversos cereales, se han estimado desde un no aparente descenso hasta una pérdida de rendimiento del 61,5% (19), (20), (21), (33) y (43)

5310046131

En Alemania, se estiman los descensos de producción de cebada en un 10 a 25% (60) y (66) y en Suecia en cereales de primavera de hasta un 50% (34).

En Francia se poseen datos de unos descensos producidos por todo tipo de avenas locas en el trigo de invierno de hasta 15 Qm/Ha. (81). En Portugal y concretamente la A. sterilis produce unos descensos de cosecha de trigo de un 10 a 30% (3). Por último, en España, tenemos datos de que las pérdidas de cosecha de trigo producidas en general por las avenas locas oscilan entre un 15 a 40% (4).

Según Abel (1), España posee en Europa detrás de Francia la mayor superficie afectada por dichas malas hierbas, detectándose infecciones que Arzadum cifra en 500 a 600 paniculas por metro cuadrado (4).

Existen discrepancias acerca de si la competencia puede afectar al contenido proteico del grano de los cereales, así autores como Bell y Nalewaja en U.S.A. (14) y Bowden y Friesen en Canadá trabajando con A. fatua (19) no han observado claros descensos del porcentaje proteico del grano a través de la infección de avenas locas. Pero Nakoneshny y Friesen (87), así como Friesen y cols. (44) en Canadá observaron descensos en el contenido proteico del grano ya que al extirpar las malas hierbas que conviven con los cereales observaron incrementos en el porcentaje proteico del grano de estos últimos.

7. "AVENA LOCA" ESTUDIADA

7.1. Clasificación sistemática.

La especie de avena loca utilizada para los estudios de competencia llevados a cabo es la Avena sterilis L. clasificada así basándonos en los trabajos de Stanton (116), Güell (54) y Lindenbein y Rademacher (72), según el tamaño de las glumas, número de granos por espiguilla, tamaño de las espiguillas, etc. Nos ha sido de gran interés la información adquirida a través de contactos personales con la investigadora en gramíneas Dra. Elena Paunero, así como sus trabajos (89) y hemos llegado a la conclusión de que dentro de dicha especie se trata de la variedad scabriuscula, Pérez Lara, lo cual se corroboró también al consultar los herbarios del Jardín Botánico y la Facultad de Farmacia de la — Universidad Complutense de Madrid.

7.2. Distribución geográfica.

La A. sterilis es una planta característica de zonas geográficas de clima mediterráneo, tanto adventicia de los cereales cultivados, como propia de bordes y caminos y campos sin cultivar (102). Los mismos literatos griegos y romanos al mencionar las avenas silvestres se suelen referir a ésta.

Es pues propia de países de clima típicamente mediterráneo, citándose su existencia en Portugal (2), (3), (36) y (134)

NOTA.- En el lab. 401 del Dpto. de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal (C.S.I.C.) se conservan muestras secas de herbario del taxon estudiado recogido en Santa Olalla (Toledo).

Francia (8) y (126); Marruecos (46); Israel (69), (74) y (126); Arabia, Malta, Argelia y Creta (52), (53) y (126); e incluso en el estado de California en U.S.A. (104).

En España, según López de Sagredo, se halla distribuida por la región meridional (75). Para Soler Campello casi toda la avena silvestre existente en Andalucía Occidental pertenece a ésta especie (115) y para Güell, se localiza en Extremadura, Andalucía y Meseta Central (54), lo cual coincide con nuestra experiencia adquirida en el campo al recorrer amplias zonas cerealistas de la región extremeña y Centro en donde hemos podido observar frecuentísimas y muy intensas infecciones con esta especie.

Se trata pues, de una especie más frecuente de lo que en principio se pudiera suponer, quedando como dominante en las localizaciones más septentrionales de España la A. fatua que es la especie de avenas más universalmente conocida.

7.3. Su ciclo en relación al de los cereales.

Una vez maduros sus propágulos o semillas, y estando la cosecha del cereal aún sin recoger, caen éstos al suelo y se autoentierran dadas sus características morfológicas, ó bien se incorporan al suelo cuando se levanta junto con la rastrera con una labor después de la recolección de la cosecha e incluso cuando posteriormente se prepara el suelo para la futura siembra o para ser dejado de barbecho.

La primera nascencia de dicha avena loca puede producirse en el otoño y a raíz de las primeras lluvias, pero las labores

preparatorias de la siembra otoñal del cereal extirpan la mala hierba del suelo, aunque a su vez esta labor estimula la germinación de otras semillas que estaban enterradas en profundidad y son sacadas más en superficie y por tanto con mayor posibilidad de oxigenación.

Se produce pues una emergencia masiva de plántulas que proceden normalmente del 1º grano de los tres ó cuatro de que consta la espiguilla de dicha especie, y éstas plántulas aparecen en la superficie del suelo aproximadamente a la vez que la cosecha recién sembrada, con lo cual entran en competencia desde el mismo momento de su coincidencia de aparición en la superficie del suelo.

Thurston al comparar plántulas de A.fatua y A.ludoviciana con las de cereal de igual edad, - es decir, nascencia simultánea -, concluye, que inicialmente las primeras suelen ser de menor tamaño, área foliar y peso seco total (124) y (128). Además Pavlychenko (90) y este mismo autor junto con Harrington (92) cuantificando el desarrollo radicular de la A.fatua en campo, observan que en los primeros estados el avenazo posee menor extensión radicular que los cereales pues por entonces su desarrollo radicular es muy lento. Esto comporta también que el desarrollo aéreo sea por entonces escaso y que sea muy susceptible a la competencia por las cosechas.

Ahora bien, según Thurston, su nivel de asimilación neta es superior al de los cereales cultivados, lo que hace que en seguida rebase a la cosecha en altura, peso seco, área foliar,

etc.(124) y (128). Posteriormente dichos niveles de asimilación neta, se igualan, pero ya la ventaja en el desarrollo que habia adquirido la avena loca, trasciende hasta el final del ciclo biológico.

Sin embargo, durante la fase de espigazón de la cosecha es mayor su desarrollo en altura que la del avenazo, pues éste por entonces aún no ha espigado y por tanto no ha extendido sus panojas. Cuando espiga ya el avenazo extiende dichas panojas y rebasa en altura al cereal.

También ocurre que el incremento de desarrollo radicular en un tiempo determinado, es mayor para el avenazo que la cosecha de cereal. Así Pavlychenko midiendo el sistema radicular de ambos, observa que a los 40 días de la nascencia de ambas en el campo, el trigo posee un sistema radicular poco mas extenso que el de la A.fatua y a los 80 días es ya muy superior en el avenazo que en el trigo (90).

Hemos comentado el caso de nascencia simultánea de ambas especies, que es el caso más frecuente, pero ocurre, que a lo largo de todo el invierno e incluso hasta el mes de Abril se pueden producir emergencias de plántulas de A.sterilis en los campos cultivados de cereal, plántulas que se encuentran con un cultivo más o menos desarrollado que puede llegar incluso hasta haber finalizado su ahijado, si la nascencia del avenazo fué muy tardia. Por tanto la competencia que se establecerá entre ambas será distinta según el desarrollo diferencial de cultivo y mala hierba. Es de suponer, que al igual que en el caso anterior de nascencia simultánea, exista un

claro paralelismo entre el desarrollo aéreo y radicular que no ha sido cuantificado en ningún trabajo.

Estas últimas plántulas de avena loca aparecidas a lo largo del invierno, proceden o bien de 1^{os}. granos que no encontraron durante el otoño condiciones idóneas de humedad de suelo, aireación, etc. para su germinación y posteriormente sí las encontraron; o bien, de 2^{os} granos, que por el otoño aún se hallaban en letargo. Los 3^{os}. e incluso 4^{os} granos de cada espiguilla de A. sterilis suelen germinar al final del otoño e invierno de los dos o tres años siguientes.

Estas plantas aparecidas en invierno van a sufrir una fuerte competencia del cereal por humedad, luz, nutrientes, espacio, etc. cuya intensidad dependerá del desarrollo diferencial de ambas especies e incluso otros factores entre los que se encuentra como muy importante la densidad de siembra del cereal, de forma que el avenazo verá dificultado su desarrollo de tal suerte, que en gran parte de las ocasiones no llegará a superar en altura a la cosecha, además de poseer escasos hijuelos y producción de nuevas semillas. También aunque cuando nazca la avena loca, el cereal posea por entonces un gran desarrollo, supone una planta adicional que ocupa un espacio determinado y competirá con la cosecha.

En todos los casos, la maduración de sus semillas se produce antes que las de la cosecha, obrando la selección natural en favor de las especies silvestres permitiendo su supervivencia, pues caen al suelo antes de que la recolección

del cereal se realice, con lo que se vuelve a reinfectar el suelo y comienza un nuevo ciclo.

En caso de siembras primaverales de cereales, el avenazo nacerá también estimulado por las labores preparatorias de la siembra y a la vez que la cosecha, acortándose su ciclo paralelamente al del cereal y madurando sus semillas antes que las de la cosecha.

8. OTROS ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS REFERENTES A LAS

"AVENAS LOCAS"

8.1. Efectos competitivos recíprocos entre las distintas especies de cereales y avenas locas.

Han sido muy frecuentes los trabajos realizados referentes a la posibilidad de eliminación de las avenas locas ó avenazos, a través de la competencia que establecían los cereales con ellas sembrados a elevadas densidades. Unos realizados en campo (42), (83), (95) y (109) y otros en tiestos como los experimentos realizados por Thurston con trigo, cebada y avena (121), (126) y Chancellor y Peters (32), en que observan el descenso del número de semillas por planta de las avenas locas al aumentar la dosis de siembra o número de plantas de cereal por tiesto. También se notó un claro descenso del número de semillas de A. fatua por planta en un experimento llevado a cabo por Bate y cols. (10) en campo, al comparar las plantas de la misma situadas en las líneas, respecto de las localizadas entrelíneas de cebada.

Se han realizado trabajos en los que se contrasta el efecto competitivo de las distintas cosechas de cereales para la eliminación de las avenas locas, así ya Pavlychenko y Harrington en 1.934 dicen que la cebada compite más que el trigo, éste que la avena y ésta que el lino (92). Grangström, observa un mayor efecto competitivo de la cebada que del trigo o la avena contra la A.fatua (50); Dew, coincide también con el investigador anterior ensayando además lino en vez de avena, siendo éste el de menor poder competitivo (35).

También es corriente estudiar la competencia que ejercen los cereales con las avenas locas a través de los daños en cosecha que éstas últimas las infringen. Así Pavlychenko observa durante tres años los descensos de cosecha que producen las avenas locas en los cereales y que evalúa en un 15,3% en cebada, un 28,1% en trigo y un 45,7% en avena, concluyendo que la cebada es la más competitiva de los cereales no existiendo diferencias consistentes entre trigo, avena y centeno (91). Bell y Nalewaja en experimentos de campo en U.S.A. observan las pérdidas en porcentaje de cosecha de trigo y cebada, así como de dinero, - siempre mayor en trigo según dos grados de infección de avenazo y deducen una eficacia competidora superior de la cebada, (13) y (14); Tingey (130), en experimentos de A.fatua compitiendo con trigo, cebada y avena de primavera, así como trigo y cebada de invierno saca iguales conclusiones que Bell y Nalewaja.

8.2. Competencia que se establece entre cereales y "avena loca", según su estado de relativo crecimiento.

Se han realizado numerosas investigaciones al respecto, como han sido las de Blackman y Templeman, que ya en 1.938 dijeron que el periodo crítico de competencia entre las malas hierbas y los cereales se produce en los primeros estados de desarrollo de estos últimos (17).

Koch en Alemania, concluye que la A. fatua compete con la cebada desde el principio de su emergencia (67), efectos que se notarán ya hasta el final de su ciclo biológico, aunque la mayor reducción en peso del cereal ocurre antes de su ahijamiento (66). Esto ha sido comprobado también por Rademacher (100). Así si estas avenas locas eran eliminadas al principio del ahijamiento de la cosecha, en caso de suelos fértiles, ocurriría una parcial recuperación de la cosecha. Después del ahijamiento del cereal, los efectos competitivos de éstas son menores, más aún con un bajo que con un alto nivel de nutrientes en el suelo.

Para Longchamp (75), también la competencia entre cualquier mala hierba y los cultivos se produce desde los primeros estados de desarrollo. Llegando Hannah a especificar para el caso del trigo y lino en relación con la A. fatua, que la competencia de ésta última se realiza antes de poseer ella misma dos o tres hojas (57).

Bowden y Friesen (19), intuyen que quizás exista una competencia de la A. fatua con el trigo incluso antes de que es-

tte nazca. Comprobaron experimentalmente que si dicho avenazo emerge antes que el lino, la cosecha es muchísimo mas baja que si emerge el lino antes que el avenazo.

Es Thurston sin embargo, quien más ha estudiado las relaciones entre el desarrollo de cereales y avenas locas, concretamente A.fatua y A. ludoviciana, en las condiciones de Inglaterra y siempre investigando la competencia de las cosechas contra dichas plantas adventicias. Obtiene como resultados que la cosecha tiene su mayor efecto competitivo contra las avenas locas cuando éstas se hallan en estado de plántula (124) y (128) pues entonces tienen menos peso seco, contenido total de nitrógeno, área foliar y número de tallos que los cereales de igual edad, además en los primeros estados como ya comentamos anteriormente y según citas de Pavlychenko (90) y este mismo autor y Harrington (92) el desarrollo radicular de los avenazos es muy lento.

En otros trabajos, (53), (121), (123) y (128), Thurston comenta que en el campo las cosechas con hijos tempranos afectan al desarrollo de los avenazos. Además en tiestos experimentales obtiene que a medida que la siembra de cereal se anticipa más a la de plantación de avenas locas, es menor el número de semillas por planta de éstas últimas. Por último dice, que en campo, el peso seco de la cosecha existente en el mes de Abril, si nace por entonces la A.fatua, es el determinante en restringir el desarrollo de esta última, tanto en su crecimiento como número de hijos, aunque no llega a matarla (127).

Más recientemente Mc Beath y cols. (82), variando las épocas de siembra de A. fatua y cebada en cámara de crecimiento y en las condiciones de campo en Canadá, concluyen, que la primera especie en germinar y nacer es más competitiva y lleva ventaja ya durante todo su desarrollo. Existiendo una relación mutua entre ambas, tanto en el número de tallos como materia seca.

Para Longchamp, la rapidez del desarrollo posterior a la emergencia, favorece el establecimiento y dominancia de una especie sobre la otra (75).

8.3. Capacidad competitiva de distintas variedades de la misma especie de cereal.

Poco se conoce acerca de éste tema ni de la competencia de las avenas locas contra distintas variedades de una misma especie de cereal. Thurston ensaya el comportamiento de dos variedades de cebada ante diversos grados de infección de avena loca (129). Chancellor y Peters (32) a la inversa, observan poca diferencia competitiva de dos variedades de cebada contra la A. fatua.

Holmes y Pfeiffer (61) a la vez que realizaban ensayos con herbicidas en campos de trigo encontraron una distinta capacidad competitiva de las variedades de trigo inglesas para con los avenazos.

8.4. Métodos de control para su eliminación.

Son numerosas las citas bibliográficas que se encuentran acerca del intento de extirpación de avenas locas a base de herbicidas con mejor o peor resultado, pero nunca completamente satisfactorio. El no citarlas se debe a lo numerosas y a la falta de interés para este trabajo, pero si diremos que se han utilizado herbicidas como Suffix y Barban de postemergencia, Diallato y Trialato de preemergencia, etc.

También se puede recurrir a la escarda manual, de efectos claros pero que en una explotación moderna es antieconómico.

Existen otros métodos, biológicos, culturales o mezcla de ambos, como han sido los siguientes.

Sembrando cebada tardíamente (71), (106) y (107), ya que con las labores preparatorias se eliminan un gran número de plántulas de avena loca ya nacidas, aparte del efecto competitivo de la cebada ya citado anteriormente. Sin embargo, los rendimientos obtenidos son inferiores que con siembra temprana, de aquí el que Tingey (130) y Dunham (38), para mantener los rendimientos y facilitar su competencia elevan la dosis de siembra.

Hay investigadores que además de lo anterior sugieren una fertilización adecuada, que creen beneficiará a la cosecha (39), (42) y (70) y que puede ser con fosfato amónico (62). Otros, preconizan además de lo anterior, el quemar el rastrojo y de esta forma destruir las semillas de la mala

hierba y empleando cianamida cálcica adicionada al rastrojo que dificultará la germinación de un gran número de semillas (131), bien aplicada en primavera u otoño (56), e incluso como recomienda Molberg en Canadá, recurriendo además de todo lo anteriormente dicho a la utilización del barbecho (85), recomendación ésta última coincidente con la que da Bullen (24).

También es muy útil incluir en la rotación de cultivos de una parcela una cosecha de forraje, la cual será segada junto con las plantas de avenazo antes de que estas lleguen a espigar.

8.5.Efecto de la capacidad nutritiva del suelo y de los fertilizantes sobre la nutrición y desarrollo de cereales y "avenas locas" en competencia.

Estos efectos han sido muy estudiados pero no siempre con resultados coincidentes, quizás debido a la variabilidad de suelos y climas en que se han llevado a cabo las investigaciones, así como las diversas variedades de cereal utilizadas.

Para Thurston (123), Bowden y Friesen (19) y Koch (66) y (67), los fertilizantes en general afectan igual a las cosechas que a las avenas locas, es decir, a alta fertilidad o fertilización de un suelo mayor rendimiento del cereal y mayor producción de semillas de avenas locas. Sin embargo, para otros (131), la fertilización en general aumenta la cosecha y su desarrollo, pero es negativa para la infección de avenazos y nú-

mero de semillas de éstos producidas por planta. Incluso para Brown (22), la fertilización no llega a afectar a la población de avenas.

Existen discrepancias también en cuanto a la capacidad competitiva diferencial de cosechas y avenas locas según la fertilidad del suelo. Para Koch (66) y (67), a altos niveles de fertilidad, el poder de competencia de las malas hierbas es mayor que el de los cereales, lo cual coincide con las apreciaciones de Sinyagin y cols. (114), que aplicando N, P, y K, observan que las malas hierbas reducen el rendimiento de los cereales. Litav (73), dice que en suelos ricos en nutrientes y profundos la A. sterilis resiste mejor la competencia de los cereales, sin embargo Rademacher considera que en condiciones de fertilidad normal los cereales compiten vigorosamente con la A. fatua (100).

También, desde las investigaciones de Blackman y Templeman en 1938 (17), que observaron que la competencia entre malas hierbas y cereales es principal y casi exclusivamente por nitrógeno, criterio corroborado posteriormente por Sinyagin (113) y Friesen y cols. (44), se han realizado numerosos trabajos de investigación acerca de la comprobación de esta afirmación, así como efectos de dicho nutriente.

Se citan pues diversos trabajos que hablan de la igualdad de utilización del nitrógeno por la cosecha y avenas locas, como son los de Thurston (126), (127) y (128) que aplicando

fertilizante nitrogenado en campo observa que al cabo del tiempo no se altera la relación entre cereales y avenas. Además esta misma investigadora trabajando con tiestos experimentales, observa que dicho bioelemento afecta al crecimiento e incrementa la producción de semillas de ambas por igual, absorbiendo las avenas igual cantidad de nitrógeno que el trigo de invierno (124). Por otro lado, los síntomas de deficiencia en dicho nutriente son idénticos para el cultivo y la mala hierba aunque en esta última se presentan mas tardíos.

También Sexsmith y Russell (110) observan que las aplicaciones de nitrógeno elevan los rendimientos del trigo así como la altura, número de hijos, peso de paja y rendimiento de semilla de avenas, aunque no afectaba a su número de plantas.

Para McBeath y cols. (82), experimentando en campo y cámara de crecimiento con nitrógeno añadido a un cultivo de cebada infectado de avena loca, observó que en la cámara de crecimiento éste bioelemento afectaba al número de tallos y rendimiento de ambos, pero en el campo sólo afectaba a la cebada. Finalmente Granström (50), saca en consecuencia que si se adiciona nitrógeno al cultivo de cebada con el que coexisten avenas, favorece solo a la cebada, y si se adiciona a trigo de primavera compitiendo con avenas, favorece a estos últimos sólo.

Otros investigadores se han ocupado de la incidencia de la aplicación conjunta fosfonitrogenada en poblaciones mixtas de cereales y avenas locas. Así Bell y Nalewaja (14) y Nako-

neshny y Friesen (87), concluyen que esta aplicación reduce las pérdidas de rendimiento de trigo y cebada ocasionadas por estas malas hierbas. Godel (49), opina, que la adición de fosfato amónico eleva tanto la producción de cereal como de semillas de avena loca. Sin embargo, Tingey (130), dice que se incrementan los rendimientos de trigo pero no afecta al número de avenas locas.

Estudiando los efectos aislados del fósforo, Berezovskii y Smirnov (15), dicen que este bioelemento estimula el crecimiento del trigo y la A.fatua. sin embargo Sexsmith y Russell (110), consideran que influye elevando el rendimiento del trigo sin afectar para nada a los avenazos.

En un trabajo llevado a cabo por la Weed Research Organization, citado por Chancellor (31), se confirman los resultados obtenidos por Sexsmith y Russell (110), pues creciendo en tiestos separados cebada y avena loca se obtuvo que el nitrógeno incrementaba el peso seco total de ambas, el fósforo sólo el de la cosecha y el potasio tenía pequeño efecto sobre la cosecha y causaba solo un ligero incremento de peso en los avenazos.

Por último, citaremos los trabajos realizados referentes a la respuesta en cuanto a asimilación y contenidos de bioelementos en plantas de cereales y avenas locas, con la adición de los mismos.

Blackman y Templeman (17), admitían ya que las hierbas deprimían en el campo los contenidos de los cereales en nitrógeno y potasio, sin afectar al fósforo y que una adición suple

mentaria de nitrógeno elevaba el contenido de nitrógeno y potasio en el cereal. Este criterio es compartido parcialmente por Koch y Köcher (68) quienes confirman en campo que la A.fatua deprime el contenido de nitrógeno en las hojas de los cereales como son, trigo y centeno de invierno e incluso maíz. Además especifican que creciendo por separado los cereales y avena loca en solución nutritiva no existen diferencias significativas respecto a su contenido en porcentaje de N ni P_2O_5 , aunque la avena loca toma bastante menos N, P_2O_5 y K_2O de la solución que el trigo y la cebada.

En trabajos realizados por Sinyagin (113), creciendo A.fatua y cebada juntos en el mismo tiesto, obtuvo que la planta adventicia asimila casi tanto nitrógeno y menos potasio que la cebada, pero poco fósforo; además la adición de NPK, incrementó la absorción de la A.fatua en nitrógeno y potasio, pero tuvo poco efecto sobre el fósforo.

Respecto al contenido de nutrientes en grano, únicamente existen trabajos acerca de como afecta la infección de avena loca sobre la riqueza en nitrógeno o contenido proteico del mismo. Trabajos por otro lado escasos en número y ya citados anteriormente.

9. OBJETO DEL PRESENTE TRABAJO

En el transcurso de una serie de investigaciones llevadas a cabo en la finca experimental "La Higuera", perteneciente al Instituto de Edafología y Biología Vegetal del C.S.I.C., situada en la localidad de Santa Olalla, provincia de Toledo, así como en estudios de fertilidad de los suelos de la provincia de Badajoz, se detectó en los campos cerealistas la existencia de una avena loca, mucho más frecuente en suelos profundos, ricos en elementos finos y fértiles, y que según los agricultores, producía grandes descensos en las cosechas de cereales, principalmente trigo.

A la vista del interés que presentaba el estudiar de qué forma y por qué factores existía una competencia de dichos avenazos con los cereales, que originaba tan claros descensos de producción, decidimos estudiar el problema para el caso del trigo. Como primera medida fué preciso clasificar sistemáticamente dicha especie, que resultó ser como dijimos anteriormente la A. sterilis L., para posteriormente hacer una recopilación bibliográfica que nos pudiera informar sobre la biología, condiciones ecológicas en que se desarrollaba y comportamiento en la competencia, así como daños a las cosechas, bien dicha especie u otras del mismo género.

El objeto pues del presente trabajo de investigación, es conocer como compete dicha avena loca con el trigo y recíprocamente el trigo con ella, por nutrientes, espacio etc.

variando una serie de factores como son la época de siembra del trigo y estudiando la influencia de diversos grados de infección de avenazo, así como conocer también su capacidad competitiva en relación a la que posee el trigo entre sí o intraespecíficamente.

Se trata pues de un trabajo original por diversos motivos que comentamos a continuación, que además de poseer un indudable interés, por el aporte que supone al conocimiento de la competencia entre cereales y malas hierbas, tiene unas implicaciones económicas enormes en todo el mundo, valoradas como término medio en unos descensos de producción de los cereales de un 25% de la cosecha. En nuestro país eminentemente cerealista, esto tiene una gran importancia máxime teniendo en cuenta el grado considerable de infección que existe.

Los otros motivos que argumentamos para la realización de este trabajo de investigación son los siguientes:

- Existen muchas investigaciones en el extranjero con diversos fines acerca de la A. fatua y bastante menos acerca de la A. ludoviciana, pero prácticamente ninguna acerca de la A. sterilis.
- La A. sterilis es después de la A. fatua una de las especies adventicias más extendidas y que causa más más prejuicios económicos en nuestro país.
- Son de gran interés las investigaciones que se dirijan a conocer mejor la biología de las especies adventicias y su comportamiento en relación con los cultivo

- La mayor parte de las investigaciones realizadas se refieren a la competencia que ejercen los cereales con las avenas locas, pero son escasos los que se refieren a la que ejercen éstas con los cereales, así como los de competencia recíproca.
- No se ha realizado ningún estudio detallado en nuestro país acerca de este tema. Unicamente se han evaluado los descensos de cosecha de cereales producidos por los avenazos al comparar parcelas infectadas sin tratamiento con otras en las que se ensayaban herbicidas.
- No se ha realizado ningún trabajo detallado acerca de la influencia de los factores época de siembra de trigo y grado de infección de avena loca sobre el desarrollo y nutrición de ambas especies competidoras. Además tampoco se tienen noticias de que ningún investigador haya comparado la capacidad competitiva del trigo entre sí mismo ó intraespecífica con la de la avena loca con el trigo y viciversa ó interespecífica.
- Son escasos los trabajos en los que se han analizado las plantas competidoras y cuando ésto se ha hecho ha sido sólo para los bioelementos N, P y K, normalmente sólo en trigo, pero nunca conocemos que se hayan analizado tanto grano como paja de las avenas locas que entran en competencia con aquél.

II. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

1. VARIEDAD DE TRIGO ELEGIDA

Tanto en uno como en otro experimento se ha utilizado como especie de cereal el trigo variedad Canaleja (Triticum vulgare alborubrum).

Su elección se ha hecho atendiendo tanto a la facilidad y garantía de adquisición de semilla pura, cedida gentilmente por el Prof. Sánchez Monge y obtenida en la finca experimental "El Encin" perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, como por las características intermedias de ahijamiento, productividad y duración de ciclo y no muy grande susceptibilidad a enfermedades criptogámicas que se pudieran desarrollar en las condiciones de invernadero en que se iba a llevar a cabo el experimento.

2. IMPLANTACION DE LAS ESPECIES COMPETIDORAS EN LOS TIESTOS EXPERIMENTALES

Se suministró un riego a los tiestos experimentales que llevó la humedad del suelo hasta saturación. A los dos días, la humedad alcanzada en el suelo era óptima para efectuar la siembra de T.vulgare y plantación de A.sterilis.

La siembra del trigo se hizo enterrando directamente las semillas en los tiesto. Sin embargo, las semillas de avena loca no se sembraron directamente en dichos tiestos, puesto que la temperatura media del invernadero en aquél tiempo era de unos 20°C, alcanzando máximas diarias de hasta 30°C., temperatura demasiado elevada para provocar ruptura del letargo

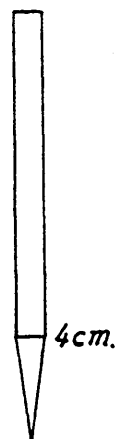
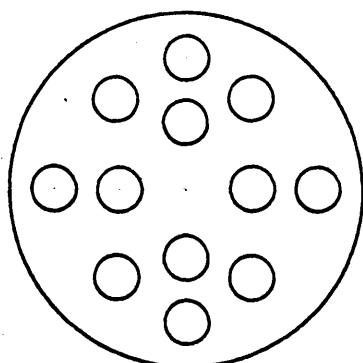
las semillas del avenazo y proporcionarle una germinación y nascencia homogénea.

Por todo ello, hubo que recurrir a una pregerminación de las semillas, para lo cual se mantuvieron espiguillas de tres semillas durante 11 días en cámara climatizada y humedecidas a una temperatura que oscilaba entre 7 y 9°C. Temperatura que se halla dentro de la que citan diversos investigadores como óptima para la germinación de A. ludoviciana. Así Barralis comenta que una refrigeración húmeda a 5 ó 10°C. durante horas es suficiente para romper el letargo, además de favorecer su posterior germinación a 19 ó 20°C. (9). Thurston señala como temperatura óptima para la germinación de éstas entre 7 y 13°C. (126); pareciendo que temperaturas intermitentemente altas y bajas facilitan más su germinación (51). Quail y Carter, puntualizan más y consideran los 10°C. como temperatura óptima de germinación de éstas (99).

Así pues, al cabo de los 11 días, se ha producido completamente la ruptura del letargo de las 12s. semillas, es decir, las más desarrolladas de cada espiguilla, apareciendo las raicillas embrionarias. Este es el momento en que son trasladadas al invernadero y plantadas definitivamente en los tiestos experimentales.

El método utilizado para efectuar la siembra y plantación de semillas de ambas especies en los tiestos fué el siguiente: Se construyó una plantilla de madera de igual área que la del tiesto experimental y en ella se hicieron 12 agujeros con la

disposición que aparece en el diseño.



También se construyó un punzón de madera con una marca a los cuatro centímetros de su extremo más afilado, (ver figura).

En cada tiesto se superponía la plantilla apoyada en el suelo y se introducía el punzón por los agujeros de dicha plantilla hasta llegar a la marca de los cuatro centímetros, quedando así marcada la profundidad a que se depositaban las semillas. El detalle operatorio se observa en la fot. nº 1.

La disposición de semillas en los tiestos experimentales se especifica en el planteamiento de cada experimento.

Una vez colocadas las semillas de ambas especies en los tiestos, se cubrieron con el suelo y se taparon los tiestos con plástico a fin de evitar la evaporación del agua del suelo, y para que se realizara adecuadamente la nascencia de las plántulas, que se verificó en el trigo a los cinco días de su siembra y en la avena loca, dado que las semillas estaban ya pregerminadas se verificó a los cuatro días de su plantación, es decir, un día antes que el trigo.

Seguidamente se quitaron los plásticos de los tiestos experimentales y se hicieron las reposiciones pertinentes de algunos fallos de plántulas que no habían realizado su nacimiento. Estas plántulas se trasplantaron a partir de semilleros que se sembraron con ambas especies en iguales fechas que las del experimento.

3. CARACTERISTICAS DEL SUELO UTILIZADO

El suelo utilizado en los experimentos fué uno de los localizados en la finca experimental "La Higuera", dedicado habitualmente al cultivo del cereal y enormemente infectado con dicha especie de avena loca.

Se trata pues, de un suelo pardo no cálcico, profundo y muy enriquecido en nutrientes en relación a las condiciones normales de este tipo de suelo y cultivo cerealista de secano, ya que la parcela en que se tomó el suelo para experimentación se hallaba muy próxima a las edificaciones de la finca y había estado sometida a un continuo redileo por el ganado, por consiguiente con gran aporte de deyecciones que se han mineralizado con el transcurso del tiempo.

Los análisis físicos y químicos del suelo fueron realizados según las técnicas analíticas seguidas por el Departamento de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal y los de intercambio iónico por el Departamento de Suelos, ambos del Instituto de Edafología y Biología Vegetal del C.S.I.C., de Madrid.

Dichas determinaciones previas al experimento y necesarias para el conocimiento de las necesidades nutritivas e hídricas de dicho suelo fueron las siguientes:

Análisis granulométrico (%)

Arena gruesa	37,4
Arena fina	32,6
Limo	13,0
Arcilla	16,1
Textura franco arenosa	

pF (% de agua sobre suelo seco)

Saturación	38,2
1/3 atm. (capacidad de campo).	20,7
15 atm. (coeficiente de marchitez).	12,7
Agua útil	8,0

Porosidad total (en volúmen)	35%
pH al H ₂ O	7,55
pH al ClK	6,80
CO ₃ ⁼	1%
Materia orgánica.	2,01%
N	0,120%
C/N	9,7

Asimilables (por 100 g. de suelo)

Ca	430 mg.
Mg.	25,5 "

P_2O_5	260 mg.
K_2O	115 "

Intercambio iónico (por 100 g. de suelo)

Ca^{++}	14,00 me.
Na^+	0,10 "
K^+	2,16 "
Mg^{++}	2,26 "
H^+	5,48 "
T	24,00 "
V %	77

Se trata de un suelo adecuado en cuanto a su porosidad, así como contenido en agua útil y elementos finos. Químicamente nos demuestra ser bastante fértil, pues posee valores muy elevados en P_2O_5 y K_2O y suficientes en Ca y Mg asimilables. Además es rico en bases de cambio, siendo muy alto el contenido de K de cambio. El complejo absorbente se halla pues con un porcentaje de saturación de bases bastante alto. Su contenido en materia orgánica y por consiguiente en nitrógeno son también adecuados.

Todas estas características del suelo unidas al cultivo intensivo del cereal en la parcela, han facilitado, como ya comentamos en la introducción, la proliferación del avenazo.

4. FERTILIZACION Y RIEGO

A pesar de tratarse de un suelo bastante fértil, lo que

era preciso para la experimentación a realizar, pues interesaba que el factor nutricional no fuera limitante, y aunque los experimentos se iban a realizar en invernadero, lo que indica altas temperaturas y riego abundante que facilitarán los procesos de mineralización de materia orgánica, nitrificación y solubilización de compuestos minerales, se procedió a una fertilización adicional para suministrar algunos nutrientes en forma más rápidamente asimilable.

Las sales minerales y sus dosis por tiesto experimental tipo Mitscherlich, que contenía seis kilogramos de suelo, fueron las siguientes:

- Antes de la instalación de las semillas de ambas especies en los tiestos

400 mg. de sulfato amónico

100 mg. de superfosfato de cal del 18%

100 mg. de cloruro de potasa

-Durante el ahijado del trigo

150 mg. de nitrato cálcico

-En el encañado del trigo

150 mg. de nitrato cálcico

El control de la humedad del experimento se hizo por pesada directa de los tiestos a lo largo del ciclo biológico de ambas especies, así como por observación directa del grado de turgescencia de la vegetación.

El volumen de riego suministrado fué siempre el preciso para cubrir las necesidades de evaporación edáfica y transpir

ción de ambas especies a lo largo de su ciclo biológico, pero basándonos siempre en el consumo del tratamiento en que existía mayor masa vegetal. Así pues, dentro de cada época de siembra de trigo sea cual fuere el grado de infección de avenazos a que se hallaba sometido, la dosis de riego era la misma, así como la que recibía el trigo en sus distintas densidades de siembra.

Se puede pues considerar, que el volumen de agua de riego que recibieron todos los tratamientos a lo largo de su ciclo biológico fué aproximadamente el mismo.

Podemos pues afirmar que tanto la humedad edáfica a que estuvieron sometidos los experimentos así como la fertilización fueron mas que suficientes y por tanto no fueron factores limitantes para el desarrollo normal de los experimentos que se llevaron a cabo. Además se mantuvo un control de las condiciones climáticas en el invernadero, así como de algunas malas hierbas que aparecían en el suelo y de las plagas y enfermedades que suelen atacar las plantas de invernadero.

5. ANALISIS VEGETALES

Una vez finalizado el ciclo biológico de ambas especies, es decir, cuando la planta estaba seca y sus semillas maduras, se procedió a hacer las mediciones pertinentes para obtener los valores biométricos alcanzadas por las mismas.

Tanto grano como paja de cada tratamiento fueron secados durante tres días en estufa a 70°C. de temperatura. Posterior-

mente, una vez seco dicho material, se pesó y trituró finamente, pasándole a continuación al laboratorio para hacer las determinaciones analíticas necesarias según las técnicas seguidas para el análisis foliar por el Departamento de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del Instituto de Edafología y Biología Vegetal del C.S.I.C. de Madrid.

Los valores analíticos se expresan en porcentaje ó bien partes por millón sobre materia seca de los siguientes bioelementos: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, azufre, hierro, manganeso y zinc. También se calculó la absorción ó exportación total de éstos tanto en grano como en paja de ambas especies basándonos en su concentración así como en el peso de material seco obtenido.

Hay que hacer notar, que el término "paja", supone la parte aérea de tallos y hojas solamente. En cuanto a la parte subterránea fué imposible efectuar la separación de las raíces de ambas especies, debido al entramado tan denso que establecían en un volumen tan limitado de suelo, por lo que no se pudo hacer mediciones, ni determinaciones analíticas del material radicular.

El término "grano" se refiere a las semillas obtenidas de una u otra especie, que en caso de la avena loca equivale a lo que se reconoce como espiguilla.

III. EXPERIMENTO DE COMPETENCIA ENTRE *Triticum vulgare* L.
Y *Avena sterilis* L., VARIANDO LA EPOCA DE SIEMBRA
DE *Triticum vulgare* Y EL GRADO DE INFECCION DE
Avena sterilis.

1. PLANTEAMIENTO

A la vista de como se realizaba el ciclo biológico de la A.sterilis en relación al de los cereales y especialmente del T.vulgare, y las ya comentadas nascencias escalonadas de dicha mala hierba desde finales de otoño hasta comienzo de la primavera, que se encontraban con un cereal sembrado en otoño y diferentemente desarrollado para cuando naciera el avenazo, nos pareció conveniente plantear un experimento en tiestos experimentales y en invernadero con el fin de estudiar la competencia recíproca entre dichas especies cuando se las sometía a dos tratamientos como eran el de variar la época de siembra del trigo y por tanto de su nascencia respecto de la del avenazo y el someter el trigo a diversos grados de infección con dicha adventicia.

Así pues, en un tratamiento se varió la época de siembra del trigo respecto de dicha avena loca, para así poder estudiar la incidencia sobre los valores biométricos y nutrición de ambas especies, por la competencia recíproca que se establecía debido a un desarrollo diferencial de las mismas.

Los estados de desarrollo en que se hallaba el trigo cuando nacía del avenazo se pueden ver en la fot.nº.2.y es a partir de ese momento cuando comenzaba la competencia entre ambas especies.

Dichos estados eran los siguientes:

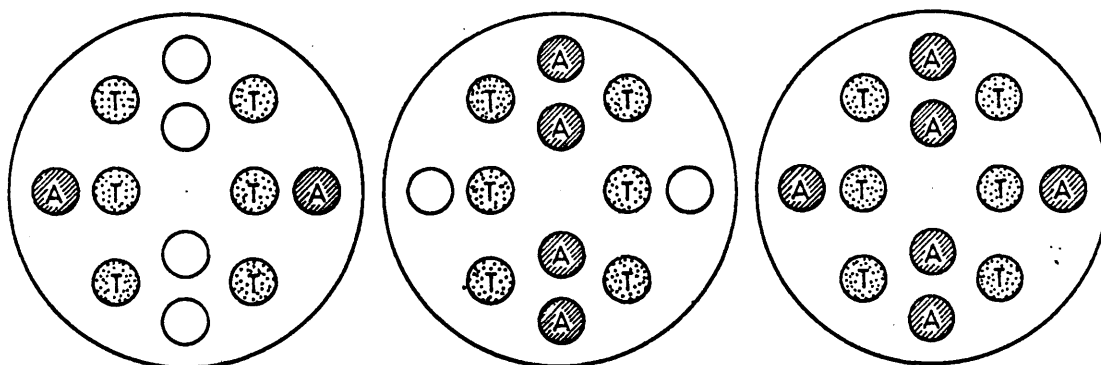
- S_1 Trigo finalizando el ahijado (5 tallos)
 S_2 Trigo comenzando el ahijado (2 tallos)
 S_3 Trigo en estado de dos hojas
 S_4 Trigo aún sin nacer. (Las plántulas de
avena loca nacieron un día antes que las
de trigo)

Además, por cada tratamiento de época de siembra de trigo (S), que se hallaba siempre a una densidad fija, - es decir, seis plantas por tiesto-, se realizó otro tratamiento con 3 grados de infección de avena loca, que fueron los siguientes

- D_1 6 plantas de trigo y 2 de avenazo (6T+2A)
 D_2 6 plantas de trigo y 4 de avenazo (6T+4A)
 D_3 6 plantas de trigo y 6 de avenazo (6T+6A)

Así pues, se trata de un experimento factorial según diseño estadístico de bloques al azar, en que se ensayan 4 épocas de siembra de trigo por 3 grados de infección de avena loca, con 4 bloques ó repeticiones, totalizando 48 tiestos experimentales.

La distribución de las plantas en los tiestos estuvo únicamente de acuerdo con los grados de infección de avena lo ca zo y fué como se indica en la figura





Fot. nº 1. Ejecución de la siembra y plantación de semillas de ambas especies.



Fot. nº 2. Estados de desarrollo en que se hallaba T. vulgare cuando nacía A. sterilis.

2. EVOLUCION DEL CRECIMIENTO DE AMBAS ESPECIES A LO LARGO DE SU CICLO BIOLOGICO.

Desde la nascencia y hasta el fin de la espigazón se mi
dió repetidas veces la altura alcanzada por ambas especies,
con el fin de conocer la evolución de su desarrollo durante el
ciclo biológico partiendo de una convivencia mutua desde
distintos desarrollos diferenciales.

Dicha altura se midió para cada planta desde su nascen
cia hasta el comienzo de la espigazón, desde el nivel del sue
lo hasta la punta de la hoja más larga. Pero una vez apareci
da la espiga en trigo y panoja en avenazo, rebasa rápidamente
en altura a dicha hoja y a partir de entonces las mediciones
se realizan hasta el ápice de la espiga más alta en el trigo
y hasta la inserción de la espiguilla situada en el punto más
elevado de la inflorescencia más alta de cada planta en caso
de la avena loca.

En la tabla I se presentan los valores medios de la al
tura según el tratamiento de época de siembra de trigo (S),
independientemente del grado de infección de avenazo, y por
otro lado, según el grado de infección de avenazo (D), inde
pendientemente de la época de siembra del trigo. Estos valores
son los medios de cada tratamiento que consta de cuatro repe
ticiones o tiestos y cada uno de éstos de 6 trigos y 2 a 6 ave
nazos. Por tanto estos valores poseen un gran valor.

Las mediciones según las D no se comenzaron a hacer has
ta el 11 de Abril en que nacieron totalmente las dos especies.

Altura alcanzada por *T. vulgare* y *A. sterilis* a lo largo de su ciclo biológico

Fecha	Epoca de siembra de <u>T. vulgare</u>				Grado de infección de <u>A. sterilis</u>			
	S ₁		S ₂		S ₃		S ₄	
	T	A	T	A	T	A	T	A
4 Marzo	▲	-	-	-	-	-	-	-
11 "	14	-	-	-	-	-	-	-
15 "	23	-	▲	-	-	-	-	-
20 "	30	-	11	-	-	-	-	-
27 "	-	-	-	▲	-	-	-	-
4 Abril	-	⊕	-	-	-	⊕	-	-
5 "	-	-	-	-	-	-	-	-
11 "	58	14	45	14	27	14	13	14
"	62	16	53, 5	22, 5	38, 5	23, 5	23	25
16 "	66	22	60	36	51	41	36, 5	38
23 "	84	25	68, 5	47	67, 5	60	61	68
Mayo	114	26	91	50	76, 5	64	64	74
"	114	-	103	-	97	-	83	-
12 Junio	114	47	103	66	97	71	83	88
20 Julio	114	-	-	-	97	-	83	-

▲ Fechas de nascença del 1. vulgar

⊕ Fechas de nascencia de la A. sterilis

Nota: Donde aparece un guión, indica que en esa fecha no se hizo medición

En las gráficas nº 1 a 7 se representan dichos valores como curvas de crecimiento.

En la gráfica nº 1 se presentan las curvas de crecimiento medio del trigo, teniendo en cuenta el factor época de siembra de él mismo, o lo que es igual, su distanciamiento en la nascencia respecto del avenazo, que es mayor al pasar de S_4 a S_1 .

Ocurre para cada época de siembra del trigo una duración similar en el tiempo que va desde su nascencia al espigado, puesto que a medida que se sembró antes el trigo, se verificó antes la aparición de sus espigas, cuyas fechas fueron las siguientes

S_1	. . . . .	12 de Mayo
S_2	. . . . .	20 de Mayo
S_3	. . . . .	27 de Mayo
S_4	. . . . .	4 de Junio

Sin embargo, el tiempo que media entre la aparición de las espigas y la espigazón completa del trigo, es inferior a medida que pasamos de S_1 a S_4 , es decir a medida que aumenta el avenazo su competencia como consecuencia de su proximidad en el tiempo de nascencia al del trigo. Esto está a su vez relacionado con una menor extensión de la caña que soporta las espigas y por tanto con la altura del trigo.

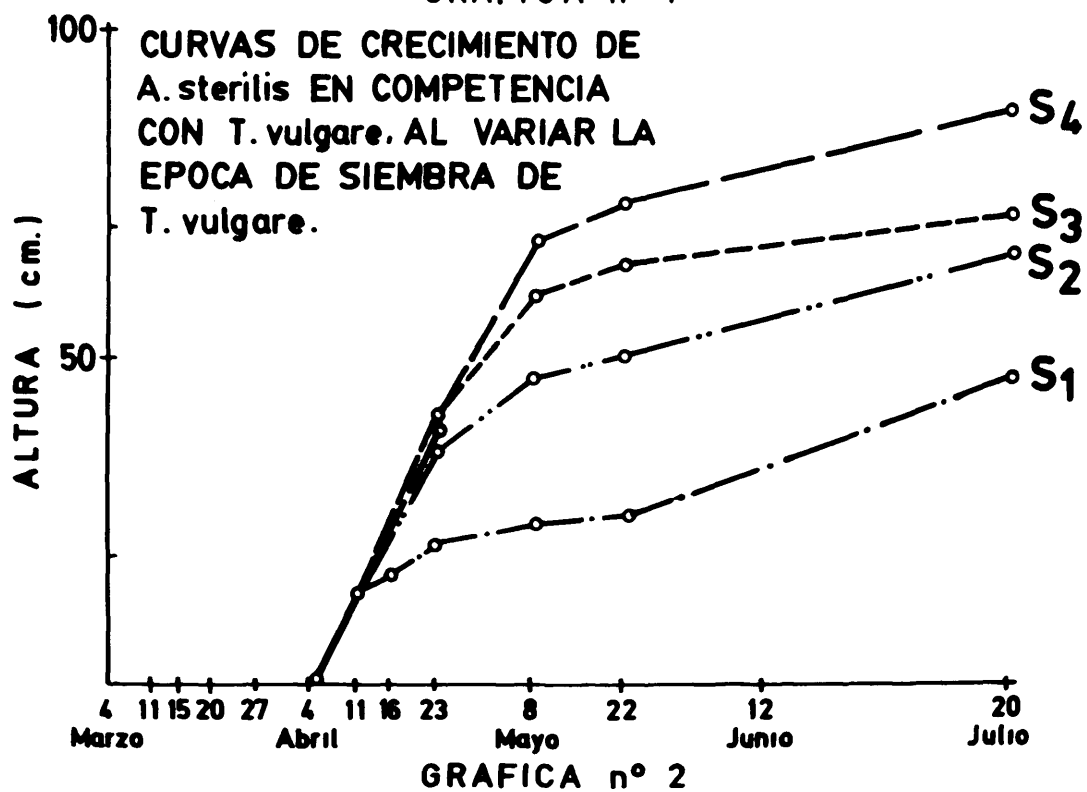
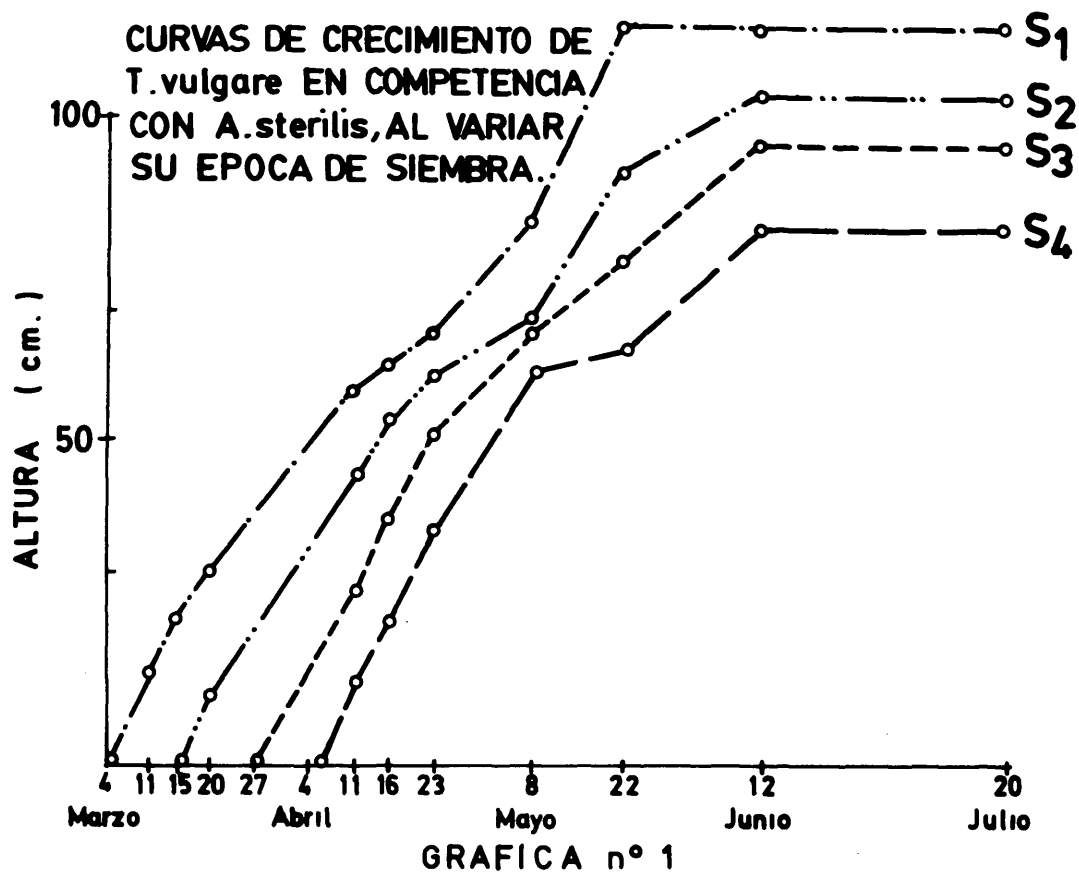
Parece pues, ésta última fase como el resultado de la competencia acumulada que ejerce la avena loca contra el trigo por crecimiento en altura. Competencia que Longchamp (75)

considera se realiza entre malas hierbas y cultivos desde que ambas conviven juntas, lo cual es confirmado también por Hannah en U.S.A. (57) y Koch en Alemania (66) y (67), trabajando con A. fatua y cereales, aduciendo éste último que los efectos de la competencia se denotarán ya hasta el final del ciclo biológico como se ve en la gráfica número 1.

En la gráfica número 2, se presenta la evolución del crecimiento de la avena loca desde su nascencia que se verificó el día 4 de Abril.

Se puede observar, que al contrario que ocurría con el trigo existe un mayor desarrollo de la avena loca a medida que se aproxima su momento de nascencia al del trigo, es decir, al pasar de S_1 a S_4 , debido a la competencia recíproca entre ambas especies. Se observa también, como se ve interferido el desarrollo del avenazo, lo cual ha sido observado también por Thurston en campos cerealistas ingleses, aduciendo que el peso seco del cereal por superficie en el momento de emerger las plántulas de avenazo determina la eficacia en restringir el desarrollo de los mismos (127) y (128). Por otro lado, existe una clara competencia subterránea recíproca entre los sistemas radiculares por su expansión tal como han estudiado Pavlychenko (90) y éste mismo autor con Harrington (92) y (93).

Sin embargo, no vemos afectado el desarrollo de los avenazos al variar las épocas de siembra, desde que nacen el 4 de Abril hasta que poseen dos hojas el día 11 de Abril. Quizás porque hasta ese momento se han desarrollado prácticamente a



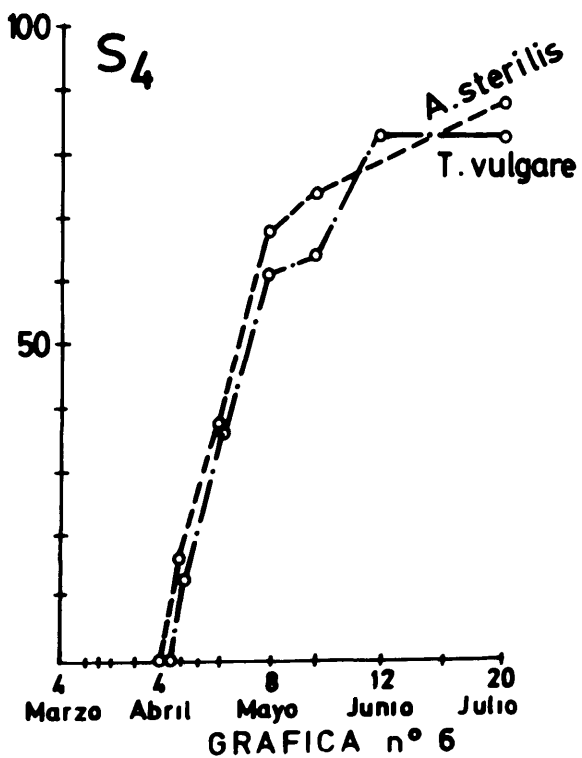
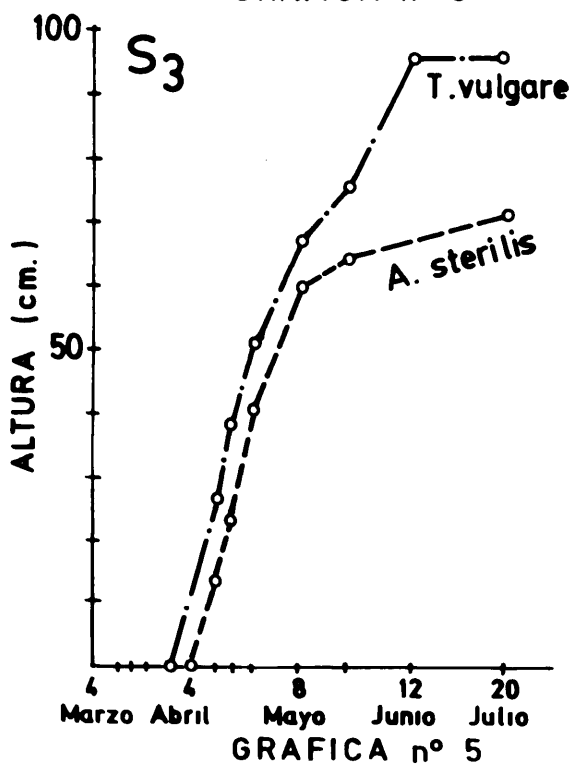
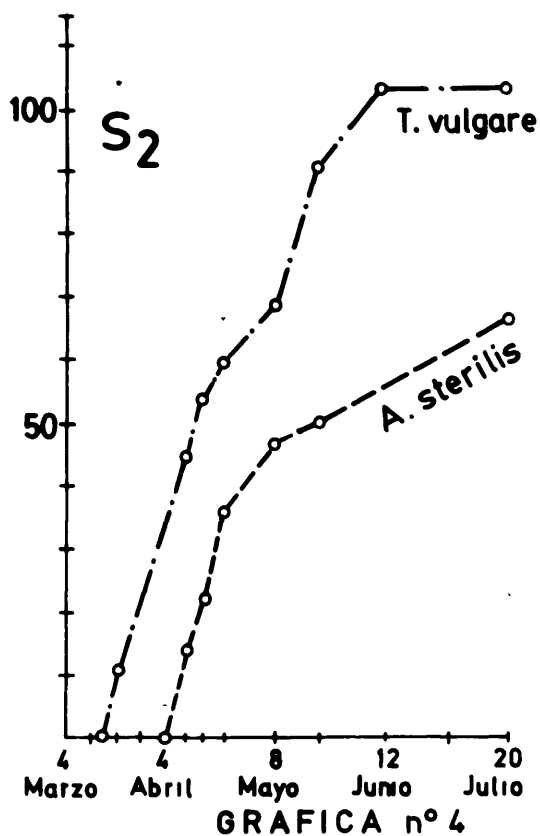
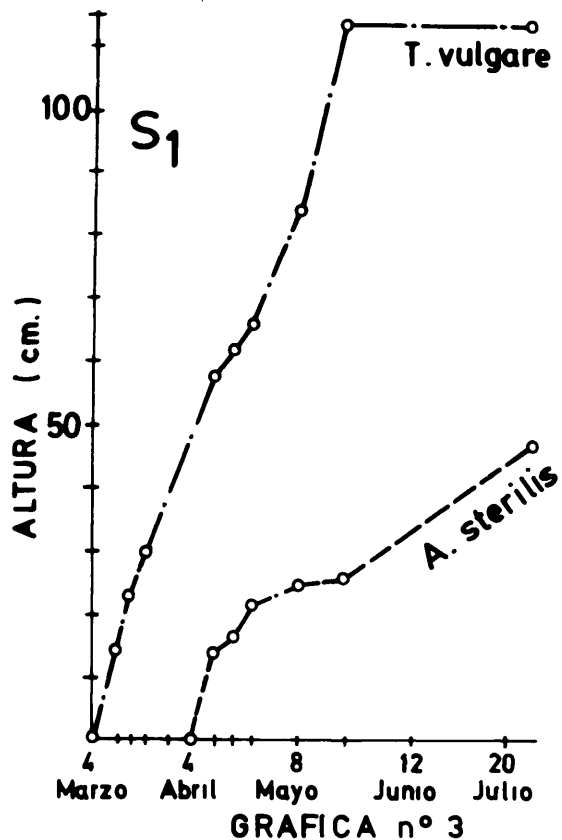
expensas de las reservas de la semilla, pero a partir de aquí se ve afectado no sólo el crecimiento sino el tiempo en que se realiza cada momento fenológico. Así pues, ahijado, encañado y espigado se retrasan más en dicha mala hierba a medida que se distancia más su tiempo de nascencia del trigo.

A continuación en las gráficas números 3, 4, 5, y 6, se presentan las curvas de crecimiento comparativo de ambas especies por cada tratamiento de época de siembra del trigo, independientemente del grado de infección de avena loca. Observamos claramente como a medida que ambas especies se aproximan en su fecha de nascencia, - marcada en el eje de las abscisas como origen de las curvas -, es menor el desarrollo en altura del trigo y mayor el de la avena loca a lo largo de todo el ciclo biológico de ambas.

Hay pues, como afirma McBeath y cols.(82) una ventaja competitiva a lo largo de todo el ciclo de la especie que antes emerge. Esto es lógico, pues la especie que antes germina y nace se apodera del espacio aéreo y subterráneo impidiendo el desarrollo de la que después se implante.

En las gráficas números 3, 4 y 5, así como en las fot. números 3 y 4, observamos que en los tratamientos S_1 , S_2 y S_3 , el desarrollo en altura alcanzado al final del ciclo biológico por el avenazo, es menor que el del trigo. Esto se debe a que cuando el trigo espigó el avenazo aún estaba sin haber encañado y entonces debido a las menores necesidades de agua del trigo se disminuyó el volumen de riego. Este hecho coincide con las observaciones hechas en campo, en los cultivos de

**CURVAS DE CRECIMIENTO DE *T. vulgare* y *A. sterilis* EN
COMPETENCIA SEGUN EPOCA DE SIEMBRA DE *T. vulgare***



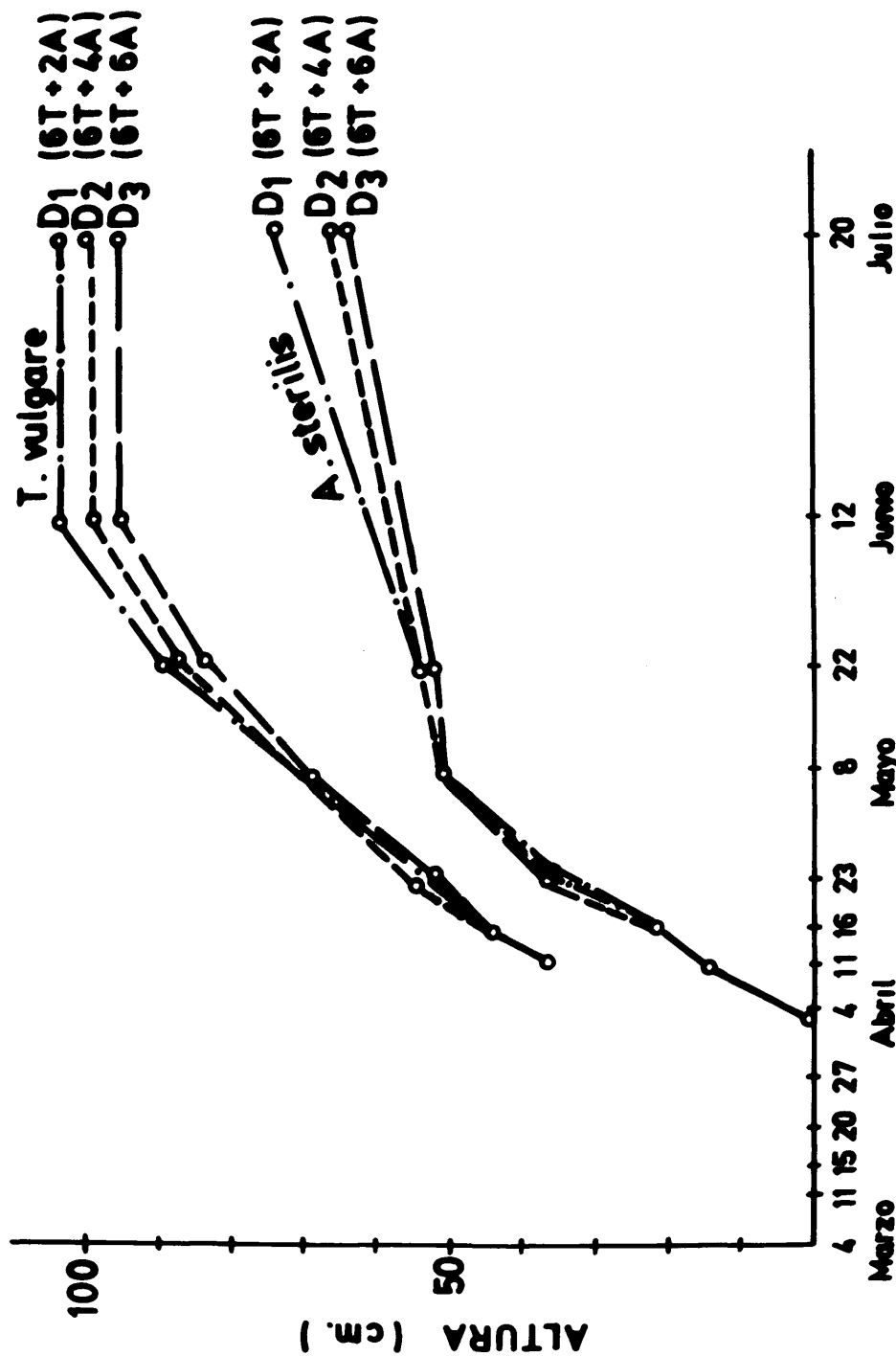
cereales sembrados en otoño, en donde los avenazos que nacen tardíamente a finales del invierno cuando el cereal está muy desarrollado, si por entonces no ocurren lluvias primaverales suficientes o si el poder retentivo del suelo al agua es escaso, los avenazos no disponen de agua suficiente para su desarrollo quedando más bajos que las cosechas y produciendo escasas semillas.

En la gráfica número 6 y fot. números 3 y 4, observamos que en caso del tratamiento S_4 , que incluso se adelanta en un día la nascencia de la avena loca respecto del trigo, hay un mayor desarrollo en altura de ésta, lo cual es lo más normal en la naturaleza. Esta ventaja en el desarrollo es ya superior desde la nascencia, lo cual corrobora la afirmación de Mc Beath y cols. (82), además de que según Thurston el nivel de asimilación neta de los avenazos es superior al de los cultivos (124) y (128). Sin embargo, durante el mes de Junio el trigo superó en altura a la avena loca, debido al igual que en los otros tratamientos de época de siembra a que el trigo encaña y espiga rápidamente lo que le proporciona en poco tiempo un enorme desarrollo, quedando mientras el avenazo como "ralentizado" en su crecimiento y sin encañar, pero al comenzar a desecarse el trigo y perder su capacidad competitiva respecto del agua, el avenazo desarrolla explosivamente, encañando, espigando y madurando sus semillas rápidamente; superando en altura al trigo, en el caso del tratamiento S_4 , al igual que ocurre en las condiciones de campo cuando las nascencias del cereal y dicha mala hierba son casi simultáneas.

En la gráfica número 7, se presentan agrupadas las curvas de crecimiento del trigo y avenazo a lo largo de su ciclo para cada uno de los grados de infección de avenazo, independientemente de la época de siembra del trigo.

Hasta el 11 de Abril no se representa gráficamente el desarrollo en altura del trigo, pues hasta esa fecha no habían nacido todas sus plantas sembradas en las distintas épocas. Es a partir del 8 de Mayo cuando comienza la mayor actividad vegetativa para ambas especies y por tanto, cuando comienza a observarse que a medida que se aumenta el grado de infección de avenazos, - al pasar de D_1 a D_3 -, es menor el crecimiento en altura del trigo por competencia interespecífica y el del avenazo por competencia inter e intraespecífica.

CURVAS DE CRECIMIENTO DE *T. vulgare* y *A. sterilis* EN COMPETENCIA SEGUN GRADO DE INFECCION DE *A. sterilis*



GRAFICA n° 7

3. VALORES BIOMETRICOS DE AMBAS ESPECIES AL FINAL DE SU CICLO BIOLOGICO

Los valores obtenidos de las plantas componentes de cada tiesto se encuentran detallados en las tablas I. y II del apéndice y serán comentados a continuación.

Sin embargo, para cada especie se han elegido los caracteres que presentan mayor importancia en la competencia y con sus valores numéricos se realiza el análisis detallado de la variancia para conocer estadísticamente el grado de significación existente entre dichos valores.

Los caracteres elegidos para el caso del TRIGO son: peso de grano, peso de paja y número de hijos referidos al total por tiesto experimental, que es igual que si éstos valores los refiriéramos por planta localizada en el tiesto, pues el número de plantas de trigo por cada tiesto fue siempre el mismo, - es decir 6 -.

En caso de la AVENA LOCA, elegimos el número de espiguillas, peso de paja y número de hijos. En este caso, referidos unitariamente a cada planta de las componentes del tiesto y que compiten con el trigo, ya que si los valores los refiriéramos por tiesto existirían claras diferencias en dichos caracteres al aumentar el grado de infección de avena loca.

Por otro lado, se pretende evitar la presentación de un estudio excesivamente detallado de todos los valores biométricos.

Hubiera sido muy interesante haber cuantificado el desarrollo radicular de ambas especies, pero ya comentamos anteriormente su enorme dificultad, por el entramado tan íntimo existente entre el sistema radicular de las mismas en un volumen de suelo tan limitado. Si se pudo comprobar cualitativamente una clara y lógica correspondencia entre el desarrollo radicular y número de hijos existentes al final del ciclo biológico de ambas especies.

3.1. TRITICUM VULGARE

A medida que pasamos de la siembra S_1 a S_4 , es decir que se aproxima su momento de nascencia al de la avena loca, es menor su desarrollo en altura, así como número de espigas por tiesto, debido a la competencia que el avenazo ejerce durante mas tiempo contra el cultivo a lo largo de su ciclo biológico.

En las fots. números 3 y 4, se puede observar comparando las distintas épocas de siembra de trigo, en los dos grados de infección extrema de avena loca, que las diferencias entre las distintas épocas de siembra tanto en altura, como número de espigas de trigo, es mayor en D_3 . Es decir, a un mayor grado de infección de avena loca, son mayores las diferencias existentes en altura y número de espigas de trigo por tiesto, entre los distintos tratamientos de época de siembra de trigo.

En la fot. número 6, se aprecia que a igualdad de época de siembra del trigo, cuanto mayor es el grado de infección de

avenazos que compiten con él, menor es el desarrollo en altura y número de espigas del mismo. Siendo en la época de siembra S_4 ó cuando el avenazo nace un día antes que el trigo, cuando éste tiene mayor efecto depresivo sobre el trigo, al aumentar su número de plantas infectantes. Sin embargo, en la fot. número 5 se observa que en caso de S_1 apenas existe efecto de la infección de avenazos.

En cuanto a la relación peso grano/peso paja, podemos indicar que al igual que estos dos caracteres aislados es menor a medida que se aproximan las fechas de nascencia de ambas especies y también a medida que aumentamos la infección de avena loca, lo cual nos indica que la competencia que ejerce ésta mala hierba contra el trigo respecto a estos dos factores, afecta proporcionalmente más a la producción de grano que a la de paja del trigo.

Shelton y Humphreys coinciden parcialmente con nosotros trabajando con arroz, puesto que en unos experimentos realizados en Laos de competencia con Stylosanthes guyanensis observan que la siembra simultánea de ambos aunque no afecta al crecimiento vegetativo del arroz, si lo hace al peso de grano (111).

3.1.1. Peso de grano de T.vulgare por tiesto

Sus valores en gramos para los distintos tratamientos se presentan a continuación en la tabla II.

TABLA II

Peso de grano de T.vulgare por tiesto

TRATAMIENTOS		BLOQUES				Medias	Medias de las S
Epoca Siembra T.vulgare	Grado Infección A.sterilis	I	II	III	IV		
S ₁	D ₁	13,3	13,7	11,6	13,1	12,9	12,5
	D ₂	11,2	14,6	10,9	12,5	12,3	
	D ₃	12,9	10,8	13,3	12,2	12,3	
S ₂	D ₁	10,3	11,6	10,9	12,4	11,3	10,2
	D ₂	9,0	10,2	10,5	10,5	10,1	
	D ₃	7,7	10,7	9,2	9,5	9,3	
S ₃	D ₁	8,1	8,3	7,0	7,4	7,7	6,4
	D ₂	5,4	6,0	7,3	5,4	6,0	
	D ₃	5,0	6,5	5,4	4,8	5,4	
S ₄	D ₁	3,3	3,2	3,2	3,4	3,3	2,6
	D ₂	2,8	3,4	2,8	2,3	2,8	
	D ₃	0,8	1,9	1,5	2,1	1,6	
Medias de las D	D ₁				8,8	
	D ₂	. . . . .				7,8
	D ₃	. . . . .				7,1

Análisis de la variancia

Efectuado el mismo se han obtenido los siguientes valores

Bloques	F = 2,2
Epoca de siembra (S)	F = 302,6***
Grado de infección(D)	F = 14,5***
S x D.	F = 0,88
C.V. = 11,1 %	

Min.Dif.sign.experimento	P = 5%	1,26g.
	P = 1%	1,69g.
	P = 1%	2,24g.

Min.Dif.sign.época siembra	P = 5%	0,73g.
	P = 1%	0,98g.
	P = 1%	1,30g.

Min.Dif. sign.grado infecc.	P = 5%	0,63g.
	P = 1%	0,85g.
	P = 1%	1,12g.

S₁ - S₂ ***

S₁ - S₃ ***

S₁ - S₄ ***

S₂ - S₃ ***

S₂ - S₄ ***

S₃ - S₄ ***

D₁ - D₂ **

D₁ - D₃ ***

D₂ - D₃ *

ns. = no significativa

* = moderadam. sign. (5%)

** = muy sign. (1%)

*** = extraordi. sign. (1%)

Discusión

Se comprueba una alta significación en el experimento en general para el tratamiento de época de siembra del trigo y el grado de infección de avena loca, - aunque menor para éste último factor -, sobre los rendimientos de grano en el trigo, pero no existe significación ninguna para la interacción de ambos factores.

Podemos observar, que únicamente existe significación en el paso de D_1 a D_2 en la época de siembra S_3 , aunque existe un descenso sistemático de los rendimientos de trigo con el aumento del número de plantas de avenazo por tiesto, en todas las épocas de siembra del trigo; siendo en caso de la S_1 cuando menos se aprecian estas diferencias, al igual que ocurría con la altura y número de espigas de trigo, como pudimos observar en la fot. número 3, lo cual es lógico, pues en esta época se plantaban las avenas locas en el tiesto tocando el trigo estaba finalizando su ahijamiento y por tanto ya había acumulado reservas suficientes para su posterior espigazón y granazón, por lo que la competencia que pudiese ejercer la avena locas sería escasa.

También se puede observar estudiando por separado la influencia de época de siembra del trigo y grado de infección de avenazo, que las diferencias existentes entre diferentes épocas de siembra y distintos grados de infección, son altamente significativas, a excepción de cuando se pasa de la D_2 a D_3 que es moderadamente significativa y de D_1 a D_2 que es muy significativa.

Existe pues, una clara competencia respecto a estos dos tratamientos, de forma que a medida que se aproxima la nascencia de la avena loca a la del trigo, ó aumenta la infección de ésta, se producen descensos extraordinariamente significativos en la cosecha de grano.

Estos resultados coinciden con los de otros investigadores para diversos cereales y normalmente con A.fatua. Así, tra

bajando en condiciones de campo, al adelantar la época de siembra del trigo y lino respecto de la avena loca, Bowden y Friesen, obtienen una mayor cosecha de grano (19). Friesen y colbs. en iguales condiciones pero con trigo y cebada (44) y Mc Beath y colbs. únicamente con cebada (82), obtienen iguales resultados. Sin embargo, estos últimos autores no los obtienen en condiciones de campo, sino en experimentos en cámara de crecimiento.

Rademacher (100) ha encontrado que existe una reducción de la cosecha del cereal desde que nacen las hierbas hasta el ahijado del mismo, cosecha que no se recupera si las hierbas se extirpan pasado dicho ahijado. Este hecho no le hemos podido nosotros comprobar, pues es la época de siembra S_1 la que distancia más su nascencia del avenazo, y al nacer éste se halla con un trigo que ha finalizado su ahijado, fase fenológica que es normalmente la más avanzada con la que se puede encontrar un avenazo en su nascencia en el campo.

Han sido muchos los investigadores que han evaluado los descensos de cosecha producidos por los avenazos, generalmente expresados en porcentaje de cosecha perdida, que han sido referidos a A.fatua y que no citaremos, pues ya se hizo anteriormente en la introducción. Unicamente Dew describe índices de competencia que ejerce la misma sobre diversas cosechas, medidos por los descensos de producción debidos a su infección (35), pero que no son aplicables en nuestras condiciones.

3.1.2. Número de hijos de T.vulgare por tiesto

Sus valores para los distintos tratamientos se presentan a continuación en la tabla III.

TABLA III

Número de hijos de T.vulgare por tiesto

TRATAMIENTOS		BLOQUES				Medias	Medias de las S
Epoca Siembra T.vulgare	Grado Infección A.sterilis	I	II	III	IV		
S ₁	D ₁	16	17	16	17	16,0	15,3
	D ₂	15	17	16	15	15,8	
	D ₃	15	13	15	14	14,3	
S ₂	D ₁	13	16	14	15	14,5	14,5
	D ₂	14	17	15	14	15,0	
	D ₃	14	14	15	13	14,0	
S ₃	D ₁	16	18	16	19	17,3	15,8
	D ₂	14	17	15	17	15,8	
	D ₃	13	16	16	12	14,3	
S ₄	D ₁	9	11	9	9	9,5	7,8
	D ₂	8	9	7	6	7,5	
	D ₃	6	6	7	6	6,3	
Medias de las D	D ₁				14,3	
	D ₂	. . . . .				13,5
	D ₃	. . . . .				12,2

Análisis de la variancia

Efectuado el mismo se han obtenido los siguientes valores:

Bloques	F = 3,0*
Epoca de siembra (S).	F = 125,2***
Grado de infección (D).	F = 6,4**
SxD	F = 6,7***
C.V. = 8,5%	

Min. Dif.sign.experimento	P = 5% 1,6 hijos
	P = 1% 2,2 hijos
	P = 1% 2,9 hijos
Min.Dif.sign.época siembra	P = 5% 1,0 hijos
	P = 1% 1,3 hijos
	P = 1% 1,7 hijos
Min. Dif.sign.grado infecc.	P = 5% 0,8 hijos
	P = 1% 1,1 hijos
	P = 1% 1,4 hijos

S ₁ - S ₂ ns.	D ₁ - D ₂ *
S ₁ - S ₃ ns.	D ₁ - D ₃ ***
S ₁ - S ₄ ***	D ₂ - D ₃ **
S ₂ - S ₃ ns.	
S ₂ - S ₄ ***	
S ₃ - S ₄ ***	

Discusión

Estudiando en conjunto todo el experimento y a la vista de las F calculadas, podemos concluir que existe una alta significación tanto para los tratamientos época de siembra del trigo como grado de infección de avena loca, así como interacción de ambos, sobre el número de hijos de trigo producidos por tiesto experimental. Sin embargo, mientras para la época de siembra e interacción se alcanza una significación al nivel del 1%, en grado de infección es del 1%.

Al comparar el efecto de las D dentro de cada época de siembra, nos encontramos que existe una tendencia a descender el número de hijos de trigo al aumentar el número de avenazos por tiesto. Sin embargo, los efectos de un incremento en la infección de dicha mala hierba son cada vez mayores a medida que se aproximan ambas especies en su tiempo de nascencia, o lo que es igual al pasar de S_1 a S_4 . Pasando las diferencias a ser cada vez más significativas. Las mayores efectos se observan lógicamente cuando nace la avena loca un día antes que el trigo, es decir, en la época de siembra S_4 .

Si comparáramos el número de hijos de trigo entre los distintos tratamientos de época de siembra del mismo, independientemente del grado de infección de avena loca, nos encontramos que no existen diferencias significativas entre las épocas S_1 , S_2 y S_3 , pero si y de una forma extraordinariamente significativa al compararlos con la época S_4 .

Mc Beath y colbs. (82) experimentando con cebada y A. fatua han comprobado en cámara de crecimiento que un adelanto en la siembra de la cosecha, aumenta su número de tallos significativamente respecto a cuando se realiza la siembra de la cosecha y adventicia a la vez, sin embargo, no comentan nada acerca de los momentos fenológicos comparativos entre ambas especies. En cambio, en el campo no hallan diferencias significativas.

Comparando el efecto de los distintos grados de in-

fección de avena loca con independencia de la época de siembra del trigo, nos encontramos con un claro descenso en el número de hijos del cereal por tiesto experimental a medida que aumenta el número de avenazos en dicho tiesto. Esto coincide con los resultados obtenidos por Bowden y Friesen (19) al sembrar trigo y lino en campos infectados de A. fatua.

Nosotros encontramos el efecto del tratamiento de grado de infección respecto al número de hijos de trigo, moderada a extraordinariamente significativo. Así pues, la significación encontrada en la F para el número de hijos de trigo, se debe en caso de la época de siembra, a la gran significación existente entre todas las épocas con la S_4 y en caso de la interacción $S \times D$, a lo anterior unido a la significación existente entre las D.

3.1.3. Peso de paja de T.vulgare por tiesto

Sus valores en gramos para los distintos tratamientos se presentan a continuación en la tabla IV.

TABLA IV

Peso de paja de T.vulgare por tiesto

TRATAMIENTOS		BLOQUES				Medias de la S	Media de la S
Epoca Siembra T.vulgare	Grado Infección A.sterilis	I	II	III	IV		
S ₁	D ₁	19,5	19,9	18,4	19,4	19,3	
	D ₂	19,5	19,3	19,1	20,0	19,5	19,5
	D ₃	19,5	19,4	20,9	19,3	19,8	
S ₂	D ₁	17,0	18,0	17,4	19,3	17,9	
	D ₂	18,0	16,4	17,1	18,4	17,5	16,9
	D ₃	13,4	15,7	14,3	17,2	15,2	
S ₃	D ₁	15,6	15,8	15,3	17,4	16,0	
	D ₂	15,9	14,0	14,1	14,0	14,5	14,2
	D ₃	11,1	13,9	11,0	11,9	12,0	
S ₄	D ₁	9,5	9,4	8,6	9,3	9,2	
	D ₂	8,4	6,5	6,9	4,7	6,6	7,1
	D ₃	5,7	6,1	4,7	4,8	5,3	
Medias de las D	D ₁	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	15,6	
	D ₂	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	14,5	
	D ₃	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	13,1	

Análisis de la variancia

Efectuado el mismo se han obtenido los siguientes valores:

Bloques	F = 1,0
Epoca de siembra (S).	F = 345,0 ***
Grado de infección (D).	F = 26,4 ***
S x D.	F = 5,0 ***
C.V. = 6,9%	

Min.Dif.sign.experimento	P = 5% 1,45g.
	P = 1% 1,94g.
	P = 1% 2,57g.

Min.Dif.sign.época siembra	P = 5% 0,83g.
	P = 1% 1,12g.
	P = 1% 1,48g.

Min.Dif.sign.grado infecc.	P = 5% 0,71g.
	P = 1% 0,96g.
	P = 1% 1,27g.

$S_1 - S_2$ ***	$D_1 - D_2$ **
$S_1 - S_3$ ***	$D_1 - D_3$ ***
$S_1 - S_4$ ***	$D_2 - D_3$ ***
$S_2 - S_3$ ***	
$S_2 - S_4$ ***	
$S_3 - S_4$ ***	

Discusión

Existe una alta significación en los resultados obtenidos tanto para la época de siembra del trigo como los distintos grados de infección de avena loca, así como para la interacción de ambos factores. Consiguiéndose la mayor significación para la época de siembra del trigo que es extraordinaria entre todas las S.

En caso de la época de siembra no existe influencia de la densidad de plantas de avenazo, debido al gran desarrollo vegetativo que poseía el trigo cuando emergía la mala hierba, - finalizando su ahijado -. Sin embargo, citamos anteriormente la incidencia de un número adicional de plantas de avenazo sobre el número de hijos y altura de planta de trigo que son menores al aumentar aquellas, lo cual nos quiere decir, que a medida que aumenta la infección de la mala hierba en la época S_1 son anormalmente más gruesos los tallos de trigo.

En la época de siembra S_2 , tampoco existe ningún efecto significativo sobre el peso de paja de trigo al pasar de la infección D_1 a D_2 , pero sí al pasar de cualquiera de ellas a la D_3 .

Comparando aisladamente las distintas épocas de siembra de trigo con independencia de la infección de avena loca, se observa que a medida que se aproximan las fechas de nascencia de ambas especies, es menor el peso de materia seca de paja de trigo, siendo las diferencias existentes entre cada tratamiento extraordinariamente significativas. Esto coincide con los resultados obtenidos por McBeath y cols. (82) en Canadá y en cámara de crecimiento, pero no en condiciones de campo, al ensayar cebada como cereal y A.fatua como especie infectante.

Por otro lado, el mayor efecto competitivo se demuestra al pasar de la época S_3 , es decir, cuando al nacer el avenazo se hallaba el trigo en estado de dos hojas, a la época S_4 , es decir cuando nacía el avenazo un día antes que el trigo.

Al comparar los valores medios del peso de paja de trigo entre los tres grados de infección de avena loca, observamos que existen diferencias muy extraordinariamente significativas, siendo dicho peso de paja menor al aumentar el grado de infección. Esto coincide con los resultados obtenidos en Laos por Shelton y Humphreys (111) trabajando con arroz, con el cual competía en diversos grados la mala hierba Stylosanthes guyanensis.

3.2. AVENA STERILIS

A medida que se aproxima su fecha de nascencia a la del trigo, - es decir, al pasar de S_1 a S_4 -, permanece durante más tiempo y desde más temprano compitiendo con él por luz, espacio, nutrientes, agua edáfica, etc. y es mayor su desarrollo vegetativo, alcanzando mayor altura, número de hijos y espiguillas, así como peso de paja y grano por tiesto, y viceversa, a mayor distanciamiento del tiempo de nascencia del trigo respecto de ella, - es decir adelantamiento -, son menores sus valores biométricos, pues el trigo compite también contra ella restándole desarrollo.

Estos términos pueden ser apreciados en las fot.números 3 y 4, para los grados de infección D_1 y D_3 , pero son menos aparentes visualmente que los valores biométricos del trigo.

Al aumentar el grado de infección de avena loca, o lo que es igual su número de plantas en cada tiesto experimental, es menor el desarrollo en altura de ella misma, como podemos observar en las fots. números 5 y 6. Estas diferencias como se puede observar en los valores biométricos del apéndice son más acusadas en caso de la siembra de trigo S_1 , es decir, cuando al nacer la avena loca está el trigo acabando su ahijamiento, lo que nos indica en éste caso posiblemente una preponderancia de competencia intraespecífica en el avenazo sobre la interespecífica del trigo. Sin embargo, al aumentar la infección es mayor el peso de sus semillas, número de hijos, número de espiguillas y peso de paja por tiesto, pero son menores éstos

mismos si los expresamos por planta de avena loca y para algunos de los cuales se hace un detallado análisis de la variancia. Esto nos indica una competencia intraespecífica en ésta especie de avena loca, ya que un aumento en su densidad por tiesto, no origina un incremento de sus valores biométricos proporcional al número de plantas que se instalan adicionalmente.

La relación peso grano/peso paja, disminuye tanto a medida que se aproximan ambas especies en su nascencia, como al aumentar el grado de infección de avenazo, al igual que ocurría en el caso del trigo. Sin embargo, al contrario que en el trigo, ocurre que tanto el peso de paja como el de grano son mayores al pasar de S_1 a S_4 y también de D_1 a D_3 .

Esto nos indica, que los aumentos de producción de paja de avena loca son mayores que los de grano en la competencia con el trigo, o lo que es igual, que la competencia que ejerce el trigo contra esta especie de avena loca, respecto a estos dos factores, afecta mas proporcionalmente a la producción de paja que a la de semillas de avenazo.

3.2.1. Número de espiguillas de A.sterilis por planta

Sus valores para los distintos tratamientos se presentan a continuación en la tabla V.

TABLA V

Número de espiguillas de A.sterilis por planta

TRATAMIENTOS		BLOQUES				Medias	Medias de las S
Epoca Siembra T.vulgare	Grado Infección A.sterilis	I	II	III	IV		
S ₁	D ₁	3,5	3,0	2,5	3,0	3,0	2,9
	D ₂	2,8	3,0	4,5	3,0	3,3	
	D ₃	2,5	2,3	2,0	2,2	2,3	
S ₂	D ₁	4,5	4,0	3,5	7,0	4,8	3,6
	D ₂	2,8	2,8	3,8	2,5	3,0	
	D ₃	3,8	2,8	3,0	2,7	3,1	
S ₃	D ₁	13,0	6,0	3,5	10,0	8,1	5,2
	D ₂	2,8	4,3	5,5	6,2	4,7	
	D ₃	3,2	1,5	3,5	2,3	2,6	
S ₄	D ₁	0,0	17,5	5,5	14,5	9,4	6,9
	D ₂	10,3	2,8	7,0	6,5	6,7	
	D ₃	6,0	3,7	5,8	3,2	4,7	
Medias de las D	D ₁	6,3	
	D ₂	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	4,4
	D ₃	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	3,2

Análisis de la variancia

Efectuado el mismo se han obtenido los siguientes valores:

Bloques	F = 0,26
Epoca de Siembra (S).	F = 4,3 *
Grado de infección (D).	F = 4,4 *
S x D.	F = 0,7
C.V. = 65,2%	

Min.Dif.sign.experimento	P = 5%.....	4,3	esp/pl
	P = 1%.....	5,7	esp/pl
	P = 1% _{ca}	7,7	esp/pl

Min.Dif.sign.época siembra	P = 5%.....	2,5	esp/pl
	P = 1%.....	3,3	esp/pl
	P = 1% _{ca}	4,5	esp/pl

Min.Dif.sign.grado infección	P = 5%.....	2,2	esp/pl
	P = 1%.....	2,9	esp/pl
	P = 1% _{ca}	3,9	esp/pl

S ₁ - S ₂ ns.	D ₁ - D ₂ ns.
S ₁ - S ₃ ns.	D ₁ - D ₃ **
S ₁ - S ₄ **	D ₂ - D ₃ ns.
S ₂ - S ₃ ns.	
S ₂ - S ₄ **	
S ₃ - S ₄ ns.	

Discusión

Por los valores de F, observamos que en general existe simplemente significación en la influencia de la época de siembra del trigo y grado de infección de avena loca, pero no de la interacción de ambos factores, sobre el número de espiguillas de avenazo producidas por planta.

Lo elevado del coeficiente de variación nos informa del error cometido al hacer el recuento de las espiguillas de avenazo, portadoras cada una normalmente de tres semillas, y que se supone habrían de germinar si fueran incorporadas al suelo. Ya que hubo que eliminar en algunos tratamientos un buen número de espiguillas que no llegaron a granar debido a la rotura de tallos que no pudo ser controlada por el peso de las panojas que sustentaban las semillas, lo cual impidió la afluencia de savia para la granazón. Caso extremo es el recuento de cero espiguillas obtenido en el tiesto experimental B-I del tratamiento $S_4 D_1$, en que se produjo un abortado completo.

Se observa una tendencia dentro de las épocas de siembra de trigo S_1 y S_2 , a que a mayor infección de avenazo es menor su número de espiguillas por planta. En caso de las siembras S_3 y S_4 , ya no se trata de una tendencia, sino que los descensos son significativos al pasar de la infección D_1 a D_3 . Así pues, a medida que se aproxima la fecha de nascencia del avenazo a la del trigo tiene mayor efecto el grado de infección de avenazo sobre el número de espiguillas de éste producidas por planta.

Comparando aisladamente las distintas épocas de siembra independientemente del grado de infección de avena loca, vemos que se produce un claro descenso en el número de espiguillas de la mala hierba, por planta, a medida que se adelanta la nascencia del trigo respecto a dicha mala hierba.

A pesar de ello, unicamente resultan significativas las diferencias al pasar de la época de siembra S_1 a S_4 y S_2 a S_4 , que llegan a ser muy significativas. Es decir, cuando pasamos de la nascencia adelantada del avenazo en un día a la del trigo, a cuando al nacer dicho avenazo el trigo se hallaba comenzando ó finalizando su ahijado. No obstante, a estos resultados no les damos suficiente valor y creemos por otros datos biométricos obtenidos como número de hijos, peso de paja, etc. que de no haber sido por la citada anteriormente dificultad en el recuento de las espiguillas, hubieramos tenido diferencias significativas entre otras épocas de siembra, especialmente entre S_3 y S_4 .

Thurston, ha comprobado también experimentalmente en tiestos el hecho de que existe una menor producción de semillas de avenazo al adelantar las fechas de siembra de trigo y cebada, (53), (121), (123) y (128), pero las especies con las que ha trabajado han sido las de mayor abundancia en Inglaterra, es decir, A.fatua y A.ludoviciana.

Sin embargo, McBeath y cols. en experimentos llevados a cabo en campo no han encontrado descensos significativos en el rendimiento de semillas de A.fatua al adelantar la fecha de siembra de la cebada (82).

Estudiando aisladamente los distintos grados de infección de avenazo con independencia de la época de siembra de trigo, observamos, que lógicamente debido a la competencia intraespecífica, a medida que aumentan el número de plantas de dicha mala hierba por tiesto es menor su número de espiguillas por

planta, sin embargo por igual razón que dijimos para las épocas de siembra de trigo, las diferencias no son significativas, nada más que entre los grados de infección extremos, D_1 y D_3 , es decir, al pasar de 2 a 6 plantas de avena por tiesto.

3.2.2. Número de hijos de A.sterilis por planta

Sus valores para los distintos tratamientos se presentan a continuación en la tabla VI.

TABLA VI

Número de hijos de A.sterilis por planta

TRATAMIENTOS		BLOQUES				Medias	Medias de las S
Epoca Siembra T.vulgare	Grado Infección A.sterilis	I	II	III	IV		
S ₁	D ₁	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2
	D ₂	1,3	1,0	2,3	1,0	1,4	
	D ₃	1,0	1,0	1,3	1,0	1,1	
S ₂	D ₁	1,0	1,5	2,5	1,5	1,6	1,5
	D ₂	2,3	1,0	1,0	1,8	1,5	
	D ₃	1,0	1,0	1,8	1,0	1,2	
S ₃	D ₁	2,0	1,5	2,0	1,5	1,8	1,4
	D ₂	1,0	1,0	1,0	1,8	1,2	
	D ₃	1,5	1,0	1,3	1,0	1,2	
S ₄	D ₁	4,0	4,5	4,5	3,0	4,0	2,8
	D ₂	2,3	2,5	2,5	3,0	2,6	
	D ₃	1,7	1,3	2,2	2,0	1,8	
Medias de las D.	D ₁				2,1	
	D ₂	. . . . .				1,7
	D ₃	. . . . .				1,3

Análisis de la variancia

Efectuado el mismo se han obtenido los siguientes valores

Bloques.	F = 2,2
Epoca de Siembra (S)	F = 37,2 ***
Grado de Infección (D)	F = 13,9 ***
S × D.	F = 6,1 ***
C.V. = 24,9%	

Min.Dif.sign.experimento	P = 5%....0,6 hijos/pl. P = 1%....0,8 hijos/pl. P = 1%...1,1 hijos/pl.
Min.Dif.sign.época siembra	P = 5%....0,4 hijos/pl. P = 1%....0,5 hijos/pl. P = 1%...0,6 hijos/pl.
Min.Dif.sign.grado infecci	P = 5%....0,3 hijos/pl. P = 1%....0,4 hijos/pl. P = 1%...0,5 hijos/pl.

S ₁ - S ₂ ns.	D ₁ - D ₂ **
S ₁ - S ₃ ns.	D ₁ - D ₃ ***
S ₁ - S ₄ ***	D ₂ - D ₃ **
S ₂ - S ₃ ns.	
S ₂ - S ₄ ***	
S ₃ - S ₄ ***	

Discusión

Las F calculadas en general para todo el experimento, nos indican un efecto muy significativo, - que llega al nivel del uno por mil -, tanto del tratamiento época de siembra de trigo, como grado de infección de avenazo, así como la interacción de ambos sobre el número de tallos de avenazo por planta.

Al comparar el efecto de grado de infección de avena loca en cada época de siembra de trigo sobre el número de hijuelos de avenazo por planta, observamos que éste es menor en general para cada época de siembra al aumentar el número de plantas infectantes por tiesto, - es decir, al pasar de D_1 a D_3 -. Para la época S_1 no se nota este efecto, en S_2 se nota ligeramente, en S_3 existen ya diferencias significativas al pasar de D_1 a D_2 y en S_4 existen ya diferencias muy significativas entre cualquier grado de infección. Es decir, al igual que ocurriría con el número de espiguillas, a medida que se aproxima la fecha de nascencia del avenazo a la del trigo, tiene mayor efecto el grado de infección de avenazo o lo que es igual un número adicional de plantas de él por tiesto, sobre el número de espiguillas de avenazo producidas por planta.

Comparando aisladamente las distintas épocas de siembra de trigo, se observa que a la inversa que en dicho cultivo, a medida que se adelanta la nascencia del mismo respecto del avenazo, disminuye el número de hijos por planta de avenazo.

Las diferencias entre el número de hijos en las distintas épocas de siembra de trigo son muy significativas al pasar de todas las épocas a la S_4 , es decir, al compararlas con el tratamiento en que se produjo la nascencia del avenazo anticipada en un día a la del trigo, pero no hay significación entre el resto de las épocas. Esto ocurriría exactamente igual al comparar el número de hijos de trigo según época de siembra, lo cual es otro indicio evidente de la competencia

reciproca entre ambas especies.

Thurston ya encontr en sus experimentos, que a medida que el desarrollo del cereal es mayor en el momento de n s-cencia del avenazo, se dificulta más el ahijado del trigo, (127) y (128), al igual que observamos nosotros.

Parece pues que el trigo es un buen competidor contra la avena loca, ya que basta con que el avenazo nazca hallándose el trigo en estado de dos hojas, para que la cosecha impida el desarrollo en número de hijos de avenazo de una forma extraordinariamente significativa.

Por otro lado, independientemente de la época de siembra de trigo, a medida que aumenta la infección de avenas locas es menor lógicamente su número de hijos por planta, debido a una competencia intraespecífica, espacial, nutricional, etc. Las diferencias son muy significativas, y más aún al pasar de D_1 a D_3 que son extraordinariamente significativas.

3.2.3. Peso de paja de A. sterilis por planta

Sus valores en gramos para los distintos tratamientos se presentan a continuación en la tabla VII.

TABLA VII

Peso de paja de A. sterilis por planta

TRATAMIENTOS		BLOQUES				Medias	Medias de las S
Epoca Siembra T. vulgare	Grado Infección A. sterilis	I	II	III	IV		
S ₁	D ₁	0,6	0,2	0,4	0,5	0,43	0,43
	D ₂	0,3	0,6	0,7	0,4	0,50	
	D ₃	0,6	0,4	0,2	0,3	0,38	
S ₂	D ₁	1,9	1,2	1,3	1,5	1,23	0,98
	D ₂	1,4	0,7	0,6	0,7	0,85	
	D ₃	1,2	0,6	0,8	0,9	0,88	
S ₃	D ₁	2,8	1,6	2,0	2,0	2,10	1,68
	D ₂	1,4	1,7	1,5	1,6	1,56	
	D ₃	1,9	1,3	1,5	0,8	1,38	
S ₄	D ₁	5,0	6,8	6,3	4,9	5,83	3,97
	D ₂	3,6	3,2	3,8	3,3	3,48	
	D ₃	2,2	2,4	3,3	2,8	2,68	
Medias de las D	D ₁	2,38	
	D ₂	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1,59
	D ₃	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1,33

Análisis de la variancia

Efectuado el mismo se han obtenido los siguientes valores:

Bloques	F = 0,71
Epoca de Siembra (S).	F = 170,4 ***
Grado de Infección (D).	F = 28,0 ***
S x D	F = 12,1 ***
C.V. = 23,4%	

Min.Dif.sign.experimento	P = 5%.....	0,59g.
	P = 1%.....	0,79g.
	P = 1%ca.....	1,05g.
Min.Dif.sign.época siembra	P = 5%.....	0,35g.
	P = 1%.....	0,46g.
	P = 1%ca.....	0,61g.
Min.Dif.Sig.grado infección	P = 5%.....	0,31g.
	P = 1%.....	0,41g.
	P = 1%ca.....	0,54g.

S ₁ - S ₂ **	D ₁ - D ₂ ***
S ₁ - S ₃ ***	D ₁ - D ₃ ***
S ₁ - S ₄ ***	D ₂ - D ₃ ns.
S ₂ - S ₃ ***	
S ₂ - S ₄ ***	
S ₃ - S ₄ ***	

Discusión

Para el conjunto del experimento y a la vista de las F obtenidas, se demuestra que existe extraordinaria significación en el efecto de la época de siembra del trigo y grado de infección de avenazo, así como la interacción de ambos, sobre el peso de paja de la avena loca. Perteneciendo

como siempre la mayor significación para el tratamiento de época de siembra de trigo.

Al igual que ocurre con otros valores biométricos, bien en trigo o en avenazo, no existen claras diferencias ni tendencia definida en el efecto de la infección de dicha mala hierba en caso de la época de siembra S_1 . Existe ya alguna influencia en la época S_2 , para pasar en la S_3 a ser ya clara dicha influencia, aunque no siempre con diferencias significativas en el peso de paja y por último en la época S_4 se denota muy clara y significativamente el efecto del grado de infección de avena loca sobre su peso unitario de paja.

Si comparamos el peso de paja obtenido según las distintas épocas de siembra del trigo, independientemente del grado de infección de avena loca, observamos unas diferencias extraordinariamente significativas entre cada época de siembra que se van acentuando a medida que ambas especies se aproximan en su fecha de nascencia. Es decir, a medida que el trigo se distancia más en su época de nascencia de la avena loca, es menor el peso de paja de dicha mala hierba.

Este resultado concide con el obtenido por McBeath y cols. en Canadá (82), trabajando con cebada y A.fatua en cámara de crecimiento, sin embargo, estos resultados no los obtuvieron en condiciones de campo. También Thurston en Inglaterra trabajando con cereales como trigo y cebada y como especies adventicias A.fatua y A.ludoviciana, obtiene que al adelantar la siembra del cereal se restringe el desarrollo general de los avenazos (53), (121), (127) y (128).

Comparando el efecto de los distintos grados de infección de avena loca sobre su propio peso unitario de paja, independientemente del tratamiento de época de siembra de trigo, hallamos, que a medida que aumenta el grado de infección, debido a la competencia intraespecífica de las plantas de avenazo, es menor el peso unitario de paja.

Las diferencias son extraordinariamente significativas, excepto al pasar de D_2 a D_3 , que no son significativas, como consecuencia de no serlo entre estos dos grados de infección en las épocas de siembra S_1 , S_2 y S_3 .



Fot. nº 3. Distintas épocas de siembra de T. vulgare en el grado de infección de A. sterilis D₁.



Fot. nº 4. Distintas épocas de siembra de T. vulgare en el grado de infección de A. sterilis D₃.



Fot. nº 5. Distintos grados de infección de A. sterilis en la época de siembra de T. vulgare S₁.



Fot. nº 6. Distintos grados de infección de A. sterilis en la época de siembra de T. vulgare S₄.

4. RELACIONES DE COMPETENCIA RECIPROCA

A continuación y en las gráficas números 8 a 13, se re presentan conjuntamente en forma de histogramas los valores biométricos obtenidos en trigo y avena loca al final de su ciclo biológico, para cada tratamiento de época de siembra de trigo, con independencia del grado de infección de avena zo.

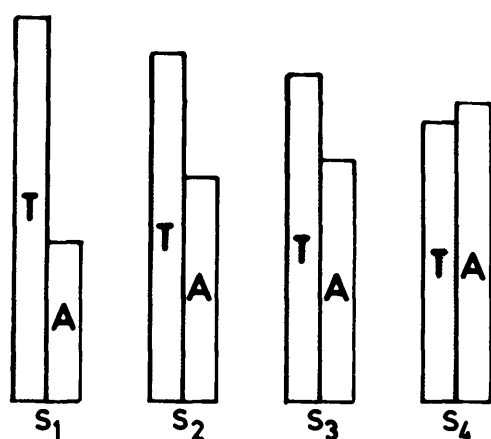
Se puede observar muy claramente para cada carácter morfológico, como la competencia interespecífica comporta el que a medida que se adelanta la época de siembra del trigo y por tanto su nascencia respecto del avenazo, sus valores biométricos son cada vez mayores, y menores los del avenazo. Así pues, se producen unos claros efectos compensatorios de dichos valores para cada carácter, de forma que la sumación de los valores de un cierto carácter en ambas especies es casi una constante para todos los tratamientos de época de siembra de trigo.

Esto coincide con los resultados de Mc Beath y cols. (82), sobre la existencia de una relación mutua, especialmente número de tallos y peso de materia seca entre cebadas y avenas locas cuando entran en competencia.

Sin embargo, estos efectos compensatorios no ocurren con el carácter peso de grano, ya que éste se ve mucho más afectado en caso del trigo que en el del avenazo cuando sometemos dichas especies a la competencia a través del tratamiento de variación de época de siembra del trigo.

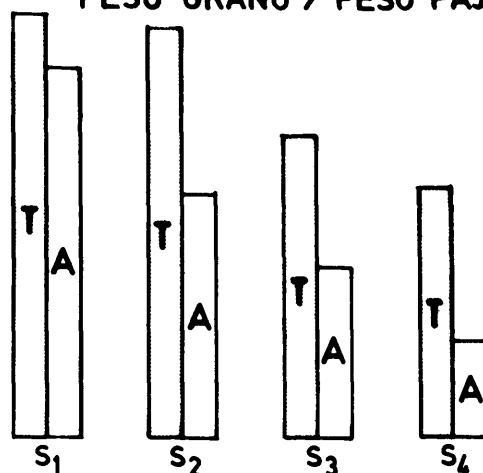
HISTOGRAMAS REPRESENTATIVOS DE LOS VALORES BIOMETRICOS DE T.vulgare y A. sterilis SEGUN EPOCA DE SIEMBRA DE T.vulgare

ALTURA DE PLANTA



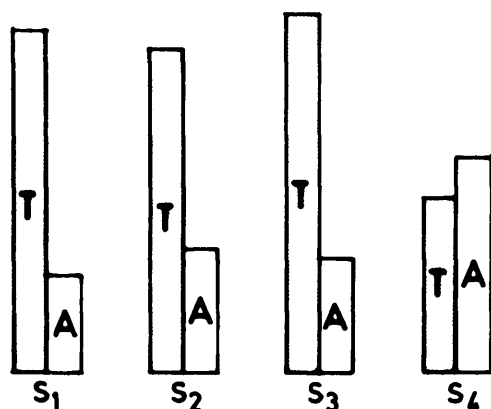
GRAFICA n° 8

PESO GRANO / PESO PAJA



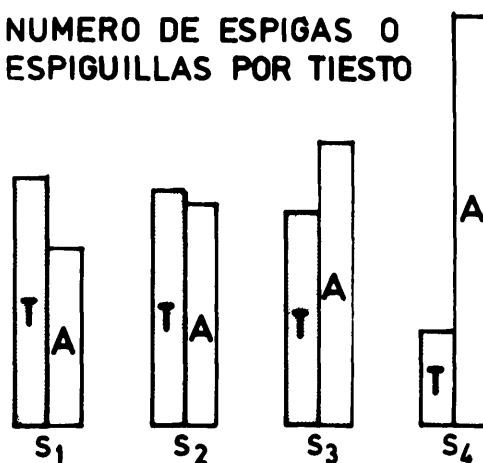
GRAFICA n° 9

NUMERO DE HIJOS POR TIESTO



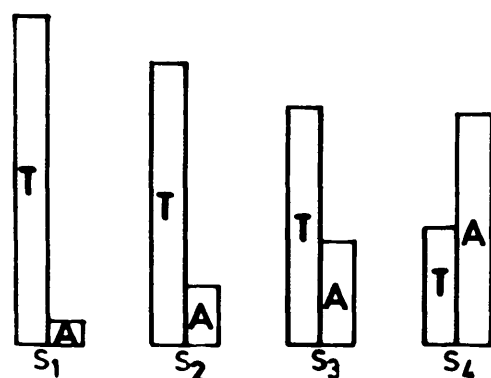
GRAFICA n° 10

NUMERO DE ESPIGAS O ESPIGUILLAS POR TIESTO



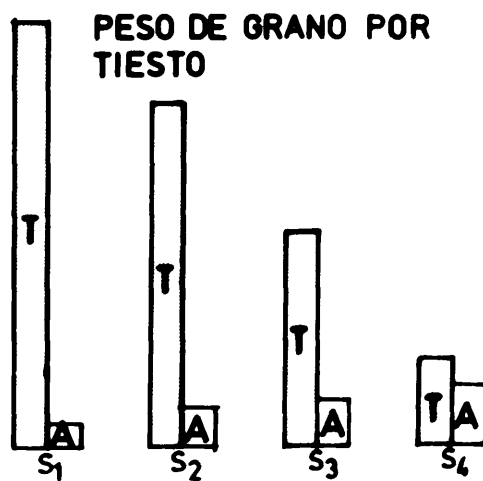
GRAFICA n° 11

PESO DE PAJA POR TIESTO



GRAFICA n° 12

PESO DE GRANO POR TIESTO



GRAFICA n° 13

En cuanto a la relación peso de grano/peso de paja de ambas especies, es menor a medida que las mismas se aproximan en su tiempo de nascencia. En caso del trigo por un descenso muy superior del peso de grano en relación al de la paja y en caso de la avena loca por un aumento muy superior en el peso de la paja con respecto al del grano.

En las gráficas números 14 a 23, se representan también en forma de histogramas, los valores biométricos obtenidos conjuntamente de ambas especies para cada carácter morfológico y tratamiento de grado de infección de avena loca, independientemente de la época de siembra del trigo. Sin embargo aquí, dichos valores unas veces se refieren a totales por tiesto experimental y otras por planta competidora.

Lógicamente en caso del trigo, las diferencias relativas entre cada tratamiento de infección de avenazo son iguales al comparar los valores totales por tiesto, o bien unitarios por planta, ya que el número de plantas de trigo por tiesto fue siempre fijo, es decir 6. Sin embargo se representan estos valores tanto por tiesto como por planta para hacerlos comparativos con los valores de avena loca referidos también a total por tiesto o por planta.

En las gráficas números 16, 18, 20 y 22, que se refieren a valores biométricos por tiesto, se observa, que al aumentar la infección del avenazo aumentan lógicamente sus valores biométricos para ciertos caracteres como son, número de hijos, peso de paja, número de espiguillas y peso de grano y por competencia interespecífica disminuyen los valores de iguales caracteres en trigo.

Existiendo al igual que en caso del tratamiento de época de siembra de trigo efectos compensatorios para cada carácter, de forma que la sumación de los valores biométricos de ambas especies para cada carácter es casi una constante en todos los tratamientos de grado de infección de avenazo.

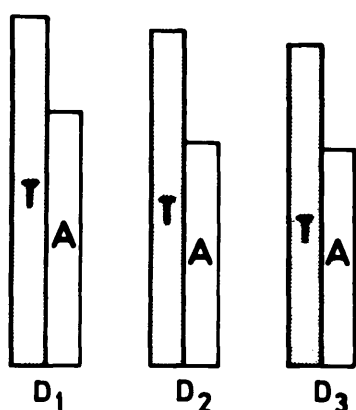
Al referir los valores biométricos unitariamente, - es decir, por planta -, en las gráficas números 17, 19, 21 y 23, se observa que al existir una competencia intraespecífica entre las plantas de avenazo, al aumentar su número por tiesto, disminuyen los valores biométricos unitarios en los caracteres citados anteriormente ocurriendo con los valores de trigo al igual que cuando hacíamos referencia a totales por tiesto, puesto que el número de plantas de trigo por tiesto fue siempre fijo y que debido a la competencia interespecífica provocada por un aumento de infección de avenazo, descienden sus valores biométricos.

La altura de las plantas es menor para ambas especies a medida que existe mayor infección de avena loca, Esto está asociado con una competencia interespecífica entre el trigo y la avena loca e intraespecífica para la avena loca.

En cuanto a la relación peso de grano/peso de paja, es también menor para las dos especies a medida que aumenta la competencia por el grado de infección de avenazo. Lo cual está asociado al igual que ocurría con el tratamiento de época de siembra de trigo, con que en la competencia entre ambas especies, al menos en relación a estos dos tipos de tratamientos, existe un

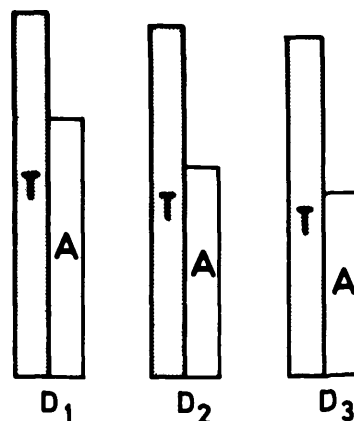
HISTOGRAMAS REPRESENTATIVOS DE LOS VALORES BIOMETRICOS DE T.vulgare y A.sterilis SEGUN GRADO DE INFECCION DE A. sterilis

ALTURA DE PLANTA



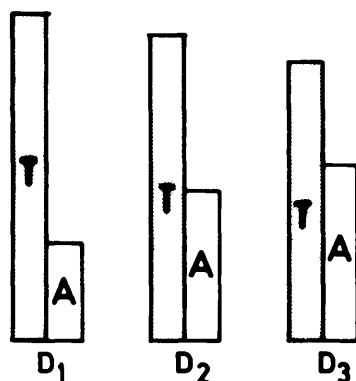
GRAFICA n° 14

PESO GRANO/PESO PAJA



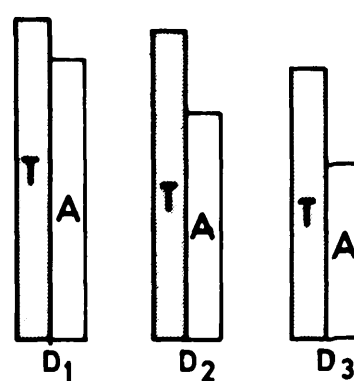
GRAFICA n° 15

NUMERO DE HIJOS
POR TUESTO



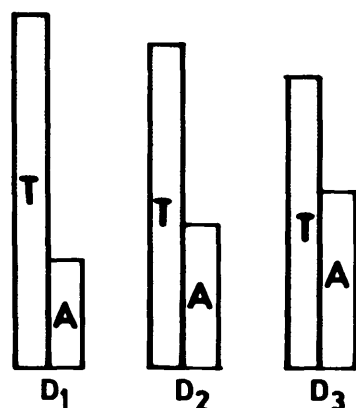
GRAFICA n° 16

NUMERO DE HIJOS
POR PLANTA



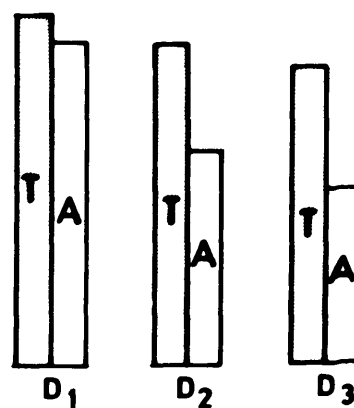
GRAFICA n° 17

PESO DE PAJA
POR TUESTO



GRAFICA n° 18

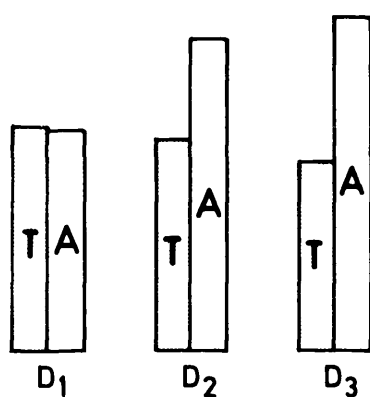
PESO DE PAJA
POR PLANTA



GRAFICA n° 19

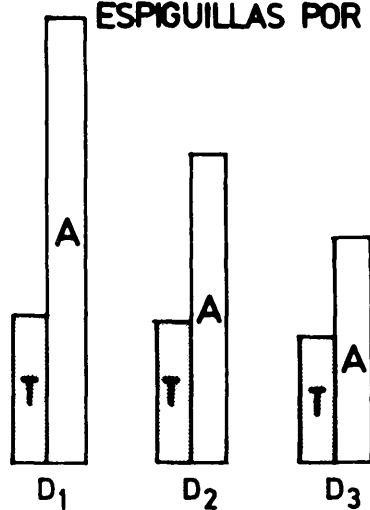
HISTOGRAMAS REPRESENTATIVOS DE LOS
VALORES BIOMETRICOS DE *T. vulgare* y *A. sterilis*
SEGUN GRADO DE INFECCION DE *A. sterilis*

NUMERO DE ESPIGAS O
ESPIGUILLAS POR TIESTO



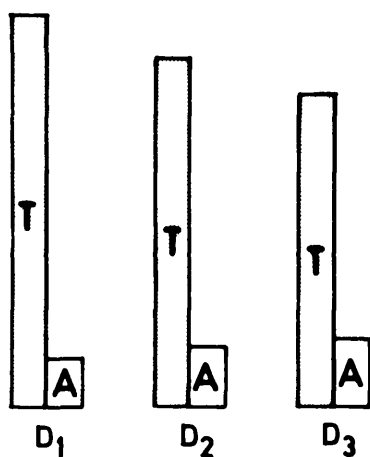
GRAFICA n° 20

NUMERO DE ESPIGAS O
ESPIGUILLAS POR PLANTA



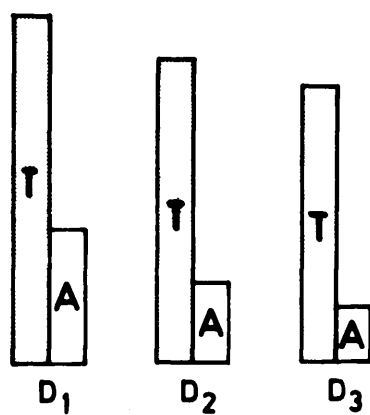
GRAFICA n° 21

PESO DE GRANO
POR TIESTO



GRAFICA n° 22

PESO DE GRANO
POR PLANTA



GRAFICA n° 23

descenso de peso de grano de trigo muy superior al de la paja y en caso del avenazo un aumento muy superior en el peso de paja respecto al de grano, a medida que aumenta la infección de avenazo en la población de trigo.

A continuación se presentan las rectas de regresión que representan gráficamente la correlación existente entre los valores biométricos de los más interesantes caracteres morfológicos y que nos van a indicar muy claramente la competencia que se establece entre trigo y avenazo. Existen tantos puntos como tiestos posee el experimento, es decir, 48, ya que intervienen factorialmente los tratamientos S y D. Cada punto representa un valor biométrico del trigo y otro del avenazo, referido al mismo o distinto carácter morfológico.

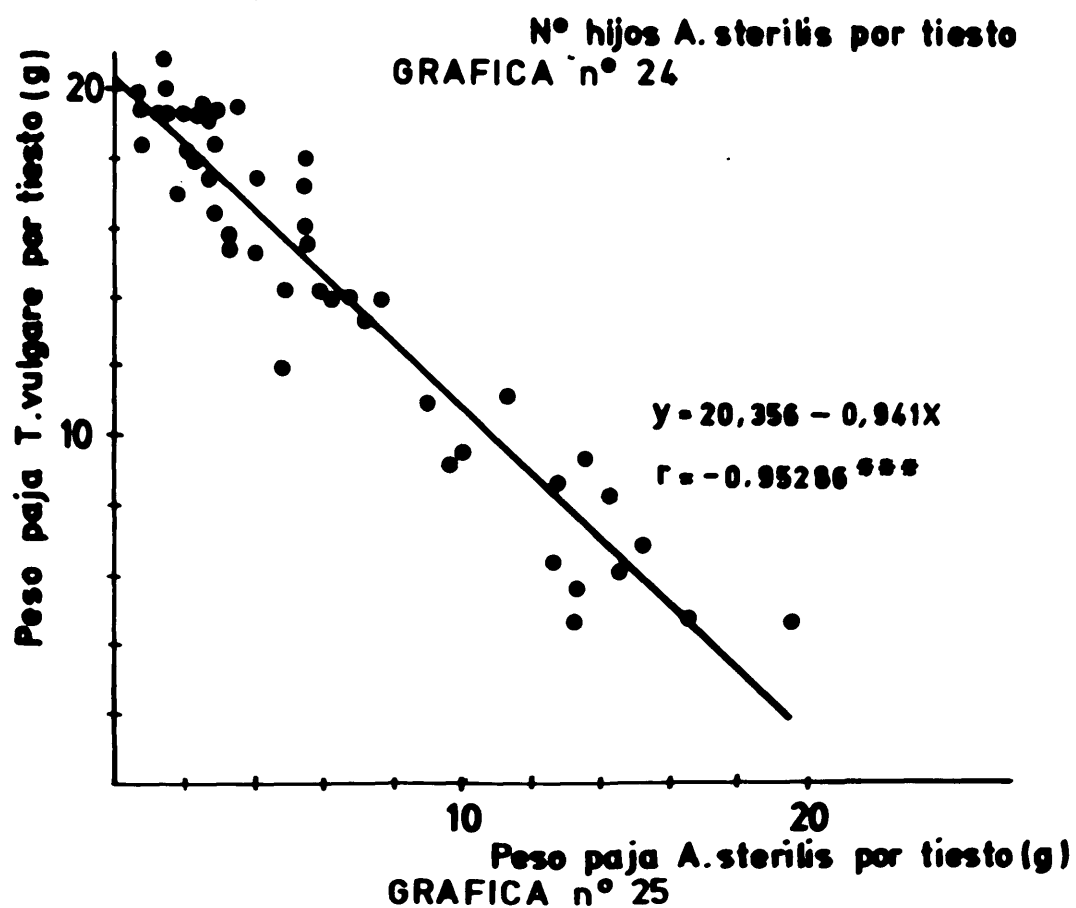
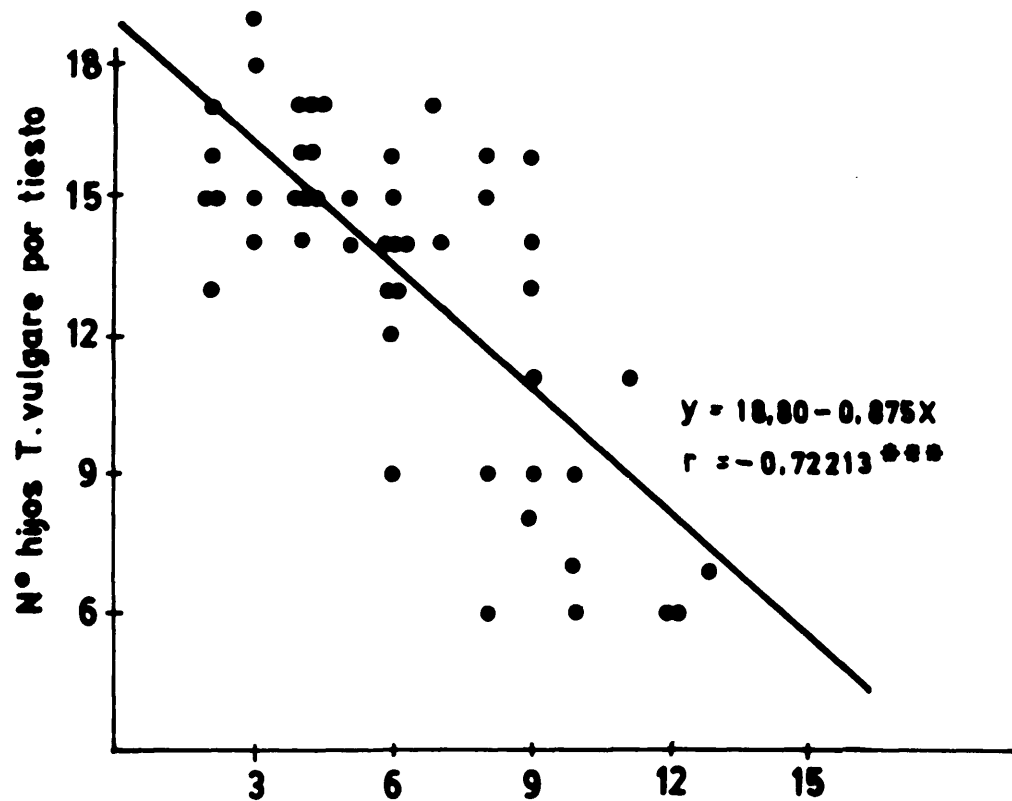
Las ecuaciones de las rectas, su representación gráfica y coeficiente de correlación se presentan en las gráficas números 24 a 27.

En todos los casos, los coeficientes de correlación son extraordinariamente significativos, siendo los más elevados los de las correlaciones, peso de paja de avenazo por tiesto- peso de paja de trigo por tiesto, y peso de paja de avenazo por tiesto- peso de grano de trigo por tiesto.

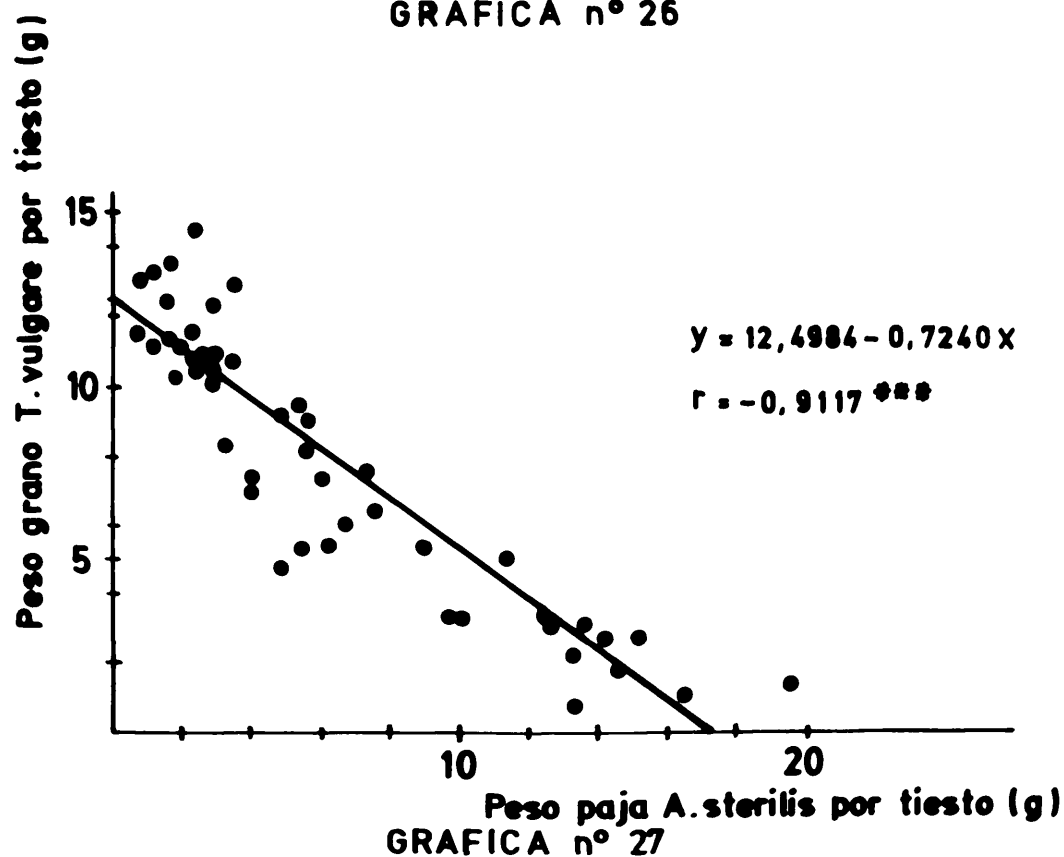
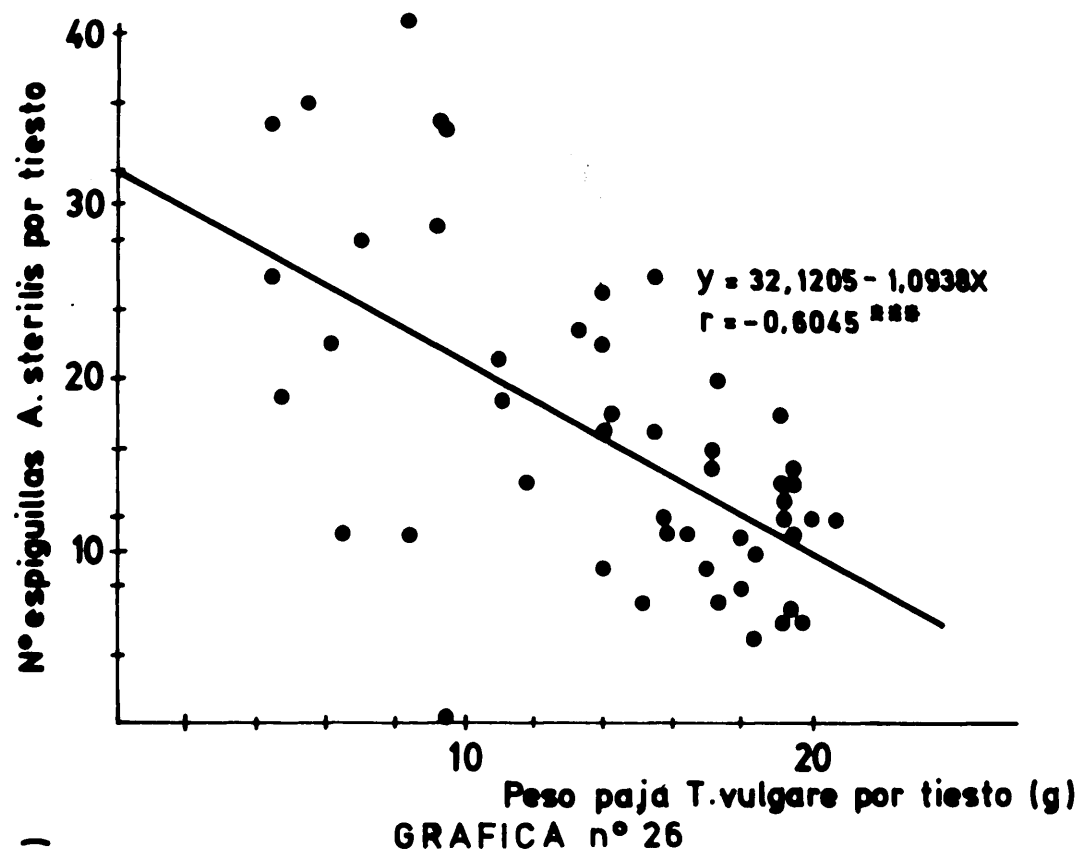
Se demuestra según esto una clara competencia mútua entre trigo y avena loca tanto en su desarrollo vegetativo como productividad de semillas. Así un gran desarrollo vegetativo de una especie obtenido por diversos métodos como los aquí expuestos de adelantamiento de la época de siembra del trigo o aumento de la

densidad de avena loca, lleva a dificultar el desarrollo de la otra especie, expresado en número de hijos, o bien , en peso de paja; afectándola definitivamente en su producción de semillas.

RECTAS DE REGRESION PARA DIVERSOS VALORES BIOMETRICOS DE T.vulgare y A.sterilis EN COMPETENCIA



RECTAS DE REGRESION PARA DIVERSOS VALORES BIOMETRICOS DE T. vulgare y A. sterilis EN COMPETENCIA (Cont.)



5. VALORES ANALITICOS DEL SUELO AL FINAL DEL CICLO BIOLOGICO

Una vez finalizado el experimento y recogido el material vegetal de los tiestos, así como separadas en lo posible las raíces del mismo, se procedió a analizar el suelo de cada tratamiento.

Los valores analíticos se presentan en la tabla III del apéndice, y aquí a continuación en la tabla VIII presentamos los valores medios obtenidos por separado para cada época de siembra de trigo y grado de infección de avenazo.

TABLA VIII

Valores analíticos medios de suelo al final del ciclo

Trat.	pH		CO ₃ %	MO. %	N %	C/N	mg/100g. suelo			
	H ₂ O	CLX					P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
S ₁	7,60	6,95	<1	2,28	0,113	11,7	260	92	367	22
S ₂	7,65	6,95	<1	2,20	0,116	11,0	288	90	357	22
S ₃	7,62	6,92	<1	2,20	0,109	11,7	288	90	357	22
S ₄	7,52	6,90	<1	2,24	0,119	10,9	280	83	353	21
D ₁	7,60	6,95	<1	2,25	0,115	11,4	282	91	358	32
D ₂	7,61	6,93	<1	2,22	0,118	11,0	274	89	363	22
D ₃	7,59	6,90	<1	2,22	0,111	11,6	281	86	355	22

A la vista de la tabla, se deduce en general una falta de influencia de los tratamientos época de siembra de trigo y grado de infección de avena loca sobre los valores analíticos del suelo. Pero debido a que los análisis se refieren a elementos asimilables, es muy posible que el suelo en las condiciones térmicas elevadas del invernadero y con riegos fre-

cuentes, reestablezca el equilibrio de los elementos asimilables y a mayor exportación de los mismos por las plantas, exista una mayor restitución por el suelo en forma asimilable y detectable por los análisis. No obstante, en caso del K, encontramos una relación entre los contenidos residuales del suelo y su absorción por la vegetación, como se puede observar al comparar los valores analíticos en suelo en la tabla VIII y las exportaciones totales por paja y grano de ambas especies en las tablas VI, VII, X y XI del apéndice.

Comparando estos análisis con el del suelo previo previo al experimento, se observa que en general han aumentado los valores en M.O. como consecuencia del aporte de residuos radicales, lo cual se corrobora también por la C/N.

Han descendido sin embargo los valores de N, K_2O , Ca y Mg asimilables, como consecuencia de su exportación por la vegetación, más aún teniendo en cuenta que el suelo inicialmente después de ser analizado recibió una fertilización suplementaria de los tres primeros nutrientes, aunque supone una ínfima cantidad respecto de las existencias del suelo.

Los valores en P_2O_5 asimilable son superiores a los del suelo antes del experimento, quizás por una mayor solubilización y puesta en forma asimilable a partir de otras formas no asimilables, a la absorbida por las plantas, pues el aporte realizado de este nutriente en la fertilización fue muy inferior a la riqueza del suelo en él.

6. ASIMILACION DE NUTRIENTES POR AMBAS ESPECIES AL FINAL DE SU CICLO BIOLOGICO

En las tablas IV a XI del apéndice se presentan los valores analíticos de bioelementos absorbidos por la paja y grano de ambas especies, así como la exportación total de los mismos según los tratamientos de época de siembra del trigo y grado de infección del avenazo.

Sus valores medios para los tratamientos de época de siembra de trigo así como para los de grado de infección de avenazo y relativos a ambas especies se presentan a continuación en las tablas siguientes.

6.1. Valores analíticos de paja exportación de nutriente
Se exponen a continuación en las tablas IX a XIII

TABLA IX

Valores analíticos medios de la paja de T.vulgare

Trat.	% sobre materia seca							p.p.m.		
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	0,26	0,05	3,0	0,25	0,09	0,019	0,10	288	67	40
S ₂	0,27	0,08	3,2	0,26	0,09	0,017	0,09	270	83	42
S ₃	0,39	0,11	3,8	0,29	0,10	0,021	0,10	288	113	45
S ₄	0,47	0,19	3,9	0,32	0,11	0,024	0,17	368	202	48
D ₁	0,35	0,09	3,5	0,29	0,09	0,020	0,13	260	105	42
D ₂	0,30	0,11	3,3	0,27	0,10	0,019	0,10	342	120	44
D ₃	0,40	0,12	3,5	0,29	0,10	0,022	0,12	309	124	45

TABLA X

Valores analíticos medios de la paja de A. sterilis

Trat.	% sobre materia seca							p.p.m.		
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	1,10	0,07	4,5	1,63	0,23	0,44	0,16	320	103	48
S ₂	0,92	0,10	4,8	1,00	0,27	0,32	0,18	292	112	35
S ₃	0,79	0,15	5,1	0,77	0,26	0,29	0,18	177	112	30
S ₄	0,69	0,13	6,6	0,73	0,26	0,24	0,18	192	182	33
D ₁	0,94	0,13	5,3	1,35	0,25	0,37	0,16	210	118	44
D ₂	0,80	0,13	5,1	0,89	0,25	0,30	0,16	248	131	33
D ₃	0,85	0,12	5,4	0,90	0,26	0,29	0,21	235	133	34

Podemos observar, que a medida que se distancia la nascencia del trigo respecto de la avena loca, es decir al pasar de S₄ a S₁, o a medida que aumenta la competencia del trigo contra la avena loca, es menor la concentración de la paja de trigo en todos los bioelementos. Sin embargo, en caso del avenazo, es menor en P, K y Mn, mayor en N, Ca, Na, Fe y Zn e indiferente en Mg y S.

Se demuestra pues un claro "efecto de dilución" de todos los bioelementos en la paja del trigo, pues a medida que se distancia su fecha de nascencia es mayor su peso de paja, y viceversa un "efecto de concentración" a menor desarrollo, provocado al aumentar la competencia de la avena loca contra él como consecuencia de una aproximación del tiempo de nascencia.

En caso de la avena loca, a medida que se retrasa su fecha de nascencia de la del trigo, paso de S₄ a S₁, es menor su desarrollo debido a la competencia del trigo, denotándose sus valores en paja al contrario que en caso del trigo un "efecto de concentración" en N, Ca, Na, Fe y Zn. Sin embargo

en P, K y Mn se observa una menor concentración, incluso con menor desarrollo.

No se observa una clara influencia del grado de infección de avena loca sobre el contenido en bioelementos de la paja de trigo, a no ser un "efecto de concentración" de P y Mn al aumentar dicha infección. En la paja de avena loca parece observarse en general un cierto "efecto de dilución" para todos los bioelementos y aumenta la concentración de Mn.

Por el contrario, se puede deducir que al competir el trigo contra menos plantas de avena loca, se vea afectada la concentración de éstas en Mn.

Estudiando en conjunto el experimento y considerando los 4 tratamientos de época de siembra de trigo, cada uno de ellos con sus 3 grados de infección de avena loca, obtenemos las ecuaciones de las rectas de regresión y coeficientes de correlación existentes entre las concentraciones de los distintos bioelementos y el peso de la paja obtenido en ambas especies al final de su ciclo biológico y que se presentan en la tabla XI...

Estas expresiones matemáticas se refieren pues a los 12 tratamientos con que se experimentó, cuyos análisis individuales se encuentran en las tablas IV y V del apéndice y los valores biométricos de peso de paja medio en las tablas I y II del mismo.

TABLA XI

Ecuaciones de las rectas de regresión y coeficientes de correlación entre concentración de bioelementos y peso de paja en ambas especies.

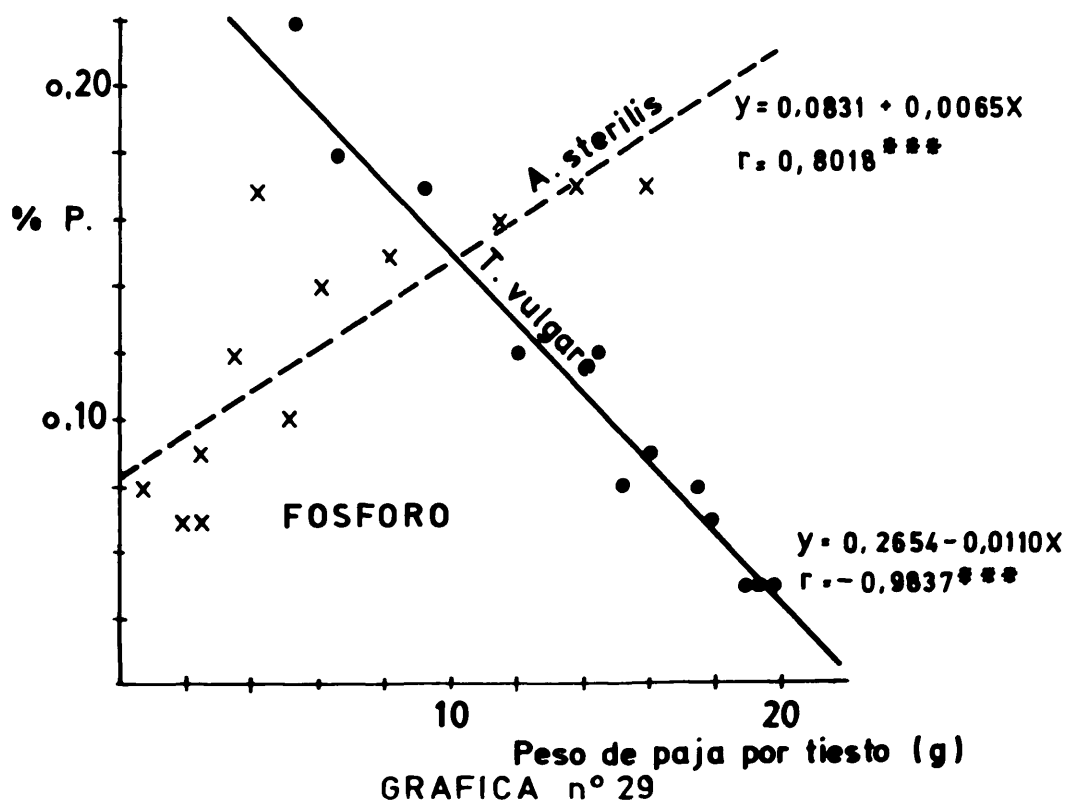
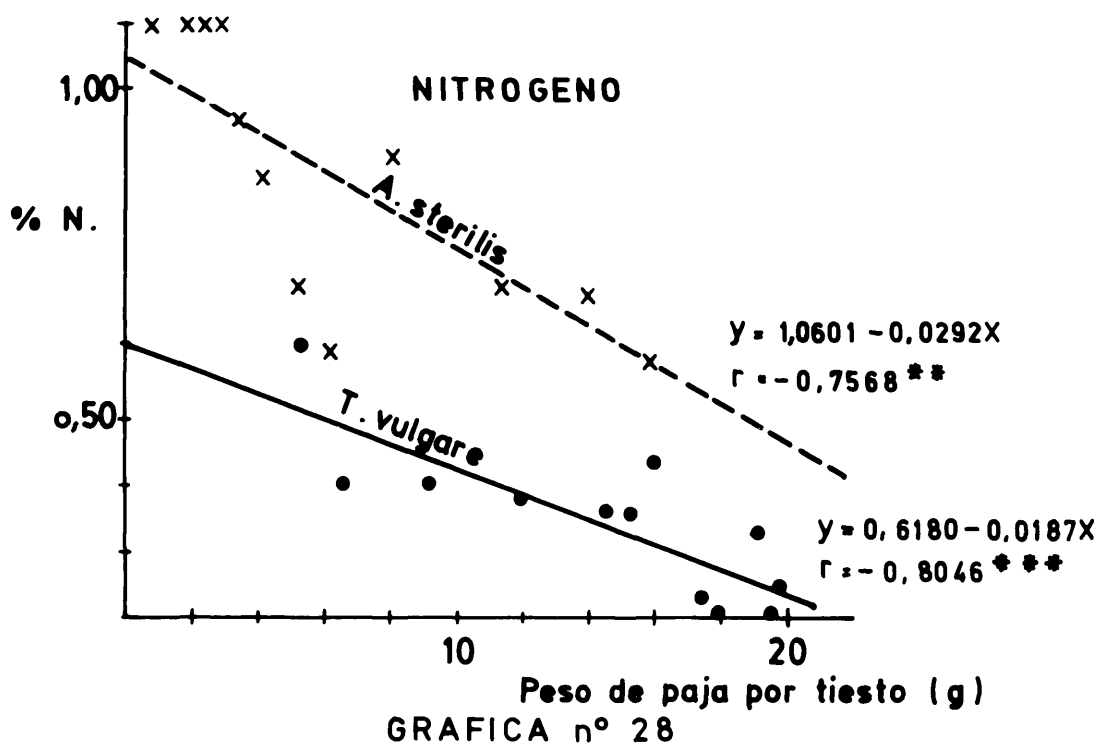
Bioelemento	T. VULGARE		A. STERILIS	
	Recta regresión	Coef. correlación	Recta regresión	Coef. correlación
N(%)	y=0,6180-0,0187x	r=-0,8046***	y=1,0601-0,0292x	r=-0,7368**
P(%)	y=0,2654-0,0110x	r=-0,9837***	y=0,0831-0,0065x	r=0,8018***
K(%)	y=4,4238-0,0670x	r=-0,8398***	y=4,2330-0,1606x	r=0,9458***
Ca(%)	y=0,3640-0,0060x	r=-0,8510***	y=1,4090-0,0590x	r=-0,5910*
Mg(%)	y=0,1300-0,0024x	r=-0,9140***	y=0,2491-0,0011x	r=0,3284 n.s.
Na(%)	y=0,0279-0,0005x	r=-0,8346***	y=0,4109-0,0142x	r=-0,8056***
S(%)	y=0,2038-0,0061x	r=-0,8015***	y=0,1631-0,0021x	r=0,3386 n.s.
Fe(ppm)	y=410,5829-7,4190x	r=-0,5159 n.s.	y=278,4879-7,3928x	r=-0,5581*
Mn(ppm)	y=270,6383-10,7214x	r=-0,9762***	y=85,9654-6,4923x	r=0,9424***
Zn(ppm)	y=53,7279-0,6929x	r=-0,9287***	y=42,4021-0,9065x	r=-0,3277 n.s.

n.s. no significativo
 * moderadamente significativo
 ** muy significativo
 *** extraordinariamente significativo

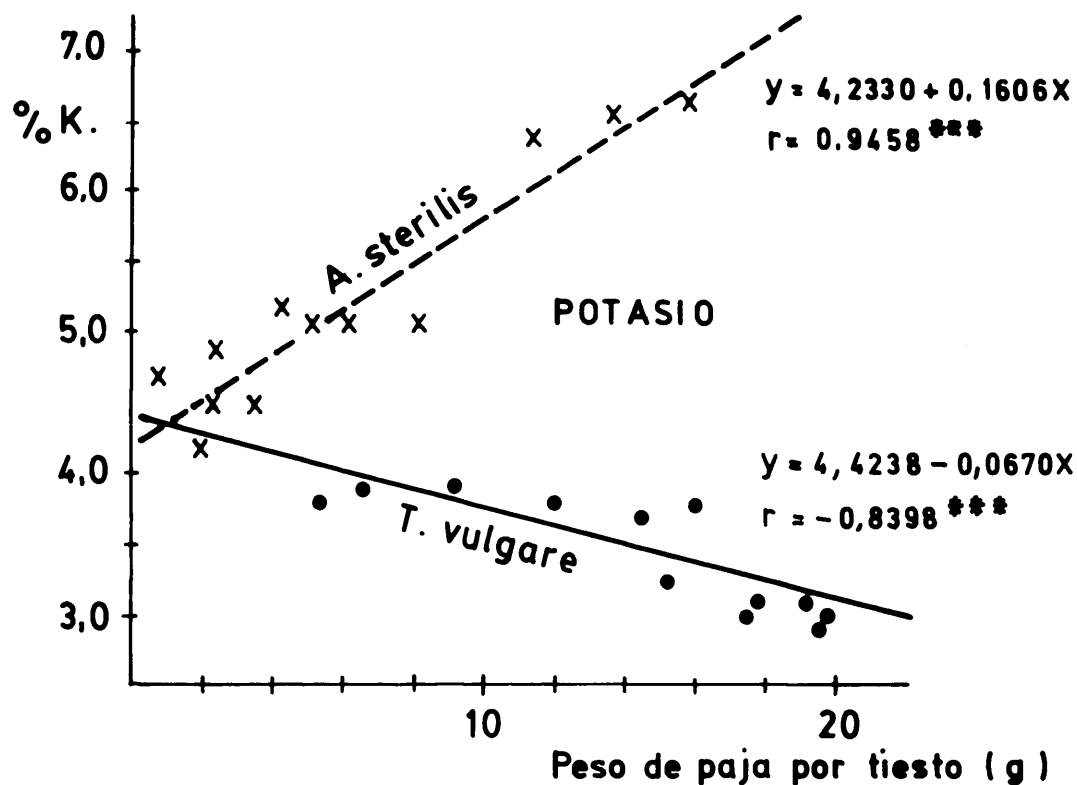
Se constatan los citados "efectos de concentración y de dilución" de todos los bioelementos en la paja de trigo, como nos lo demuestran sus coeficientes de correlación negativos. Por otro lado, éstos son extraordinariamente significativos, excepto en caso del Fe, que no alcanza significación. Estos mismos efectos existen en la paja de avena loca, con extraordinaria significación para el Na, mucha para el N, moderada para el Ca y Fe y ninguna significación para el Mg, S y Zn. Sin embargo, los contenidos en P, K y Mn de élla decrecen de una forma extraordinariamente significativa a medida que es menor el peso de paja. Este hecho está en contraposición con el aumento de concentración de los mismos bioelementos en paja de trigo al descender el peso de la misma, o lo que llamamos "efecto de dilución" y que se presenta en las gráficas 29, 30 y 31.

En la gráfica número 28 se presenta a título de ejemplo los "efectos de concentración y de dilución" del N en paja de ambas especies, que sirve como modelo para el resto de los bioelementos que demuestran dicho efecto.

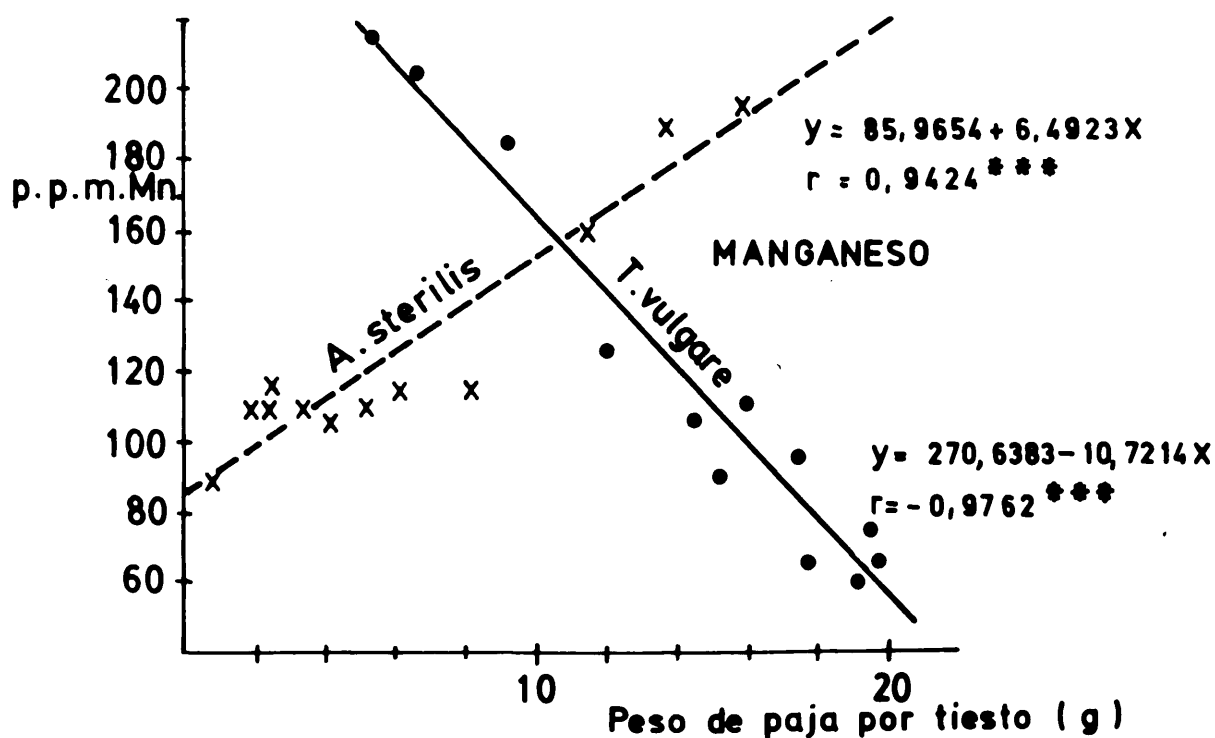
RECTAS DE REGRESION PARA LA CONCENTRACION DE DIVERSOS BIOELEMENTOS EN PAJA DE *T. vulgare* y *A. sterilis* EN COMPETENCIA



RECTAS DE REGRESION PARA LA CONCENTRACION DE DIVERSOS BIOELEMENTOS EN PAJA DE *T. vulgare* y *A. sterilis* EN COMPETENCIA (Cont.)



GRAFICA n° 30



GRAFICA n° 31

A continuación presentamos las tablas correspondientes a la exportación de nutrientes obtenidos a partir del peso de paja y valores analíticos de ella en ambas especies.

TABLA XII

Exportación media de nutrientes por la paja de T.vulgare

Trat.	miligramos									
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	51,4	9,8	585,9	49,5	16,9	3,7	19,5	5,6	1,30	0,78
S ₂	44,2	12,9	537,3	43,6	14,6	2,9	15,2	4,6	1,40	0,70
S ₃	56,1	15,4	533,5	41,5	13,6	3,0	14,6	4,1	1,59	0,64
S ₄	32,0	13,1	272,5	22,8	7,8	1,7	11,7	2,5	1,40	0,34
D ₁	52,1	13,1	530,0	43,4	13,3	3,1	19,5	4,0	1,44	0,66
D ₂	40,0	13,3	471,1	37,6	14,0	2,6	13,0	4,6	1,50	0,62
D ₃	45,7	12,1	446,0	37,2	12,5	2,8	13,2	4,0	1,33	0,57

TABLA XIII

Exportación media de nutrientes por la paja de A.sterilis

Trat.	miligramos									
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	18,7	1,2	75,0	23,9	3,9	7,1	2,9	0,57	0,18	0,07
S ₂	31,7	3,8	178,6	35,4	9,9	11,4	6,9	0,86	0,41	0,13
S ₃	49,2	9,3	315,9	46,8	16,3	17,2	11,2	1,10	0,69	0,19
S ₄	95,1	23,1	908,5	101,7	35,7	32,6	25,8	2,65	2,53	0,47
D ₁	38,1	7,1	277,4	41,6	11,7	14,0	8,0	0,93	0,66	0,16
D ₂	46,5	9,4	366,4	50,1	16,4	16,9	9,7	1,34	0,98	0,21
D ₃	61,5	11,6	464,7	64,2	21,2	20,4	17,4	1,62	1,22	0,27

Respecto a la exportación total de nutrientes por la paja, podemos decir, que tanto para el trigo como para el avenazo se produce una mayor exportación total a medida que es mayor su desarrollo vegetativo, ya que las variaciones en el peso de paja son superiores a las analíticas, al comparar los distintos tratamientos de época de siembra de trigo.

En caso de la paja de avenazo y para los bioelementos P, K y Mn, las diferencias según tratamientos son muy grandes, como consecuencia de no verificarse el "efecto de concentración y dilución", sino que a medida que el avenazo adquiría en la competencia menor desarrollo, era menor la concentración de dichos nutrientes en sus tejidos.

Al comparar las exportaciones o absorción total por la paja de trigo y avenazo entre los distintos tratamientos de grado de infección de avenazo, se obtiene también una correlación directa entre las mismas y las variaciones de peso de paja de ambas especies, como consecuencia de la competencia, puesto que las oscilaciones analíticas son inferiores a las de peso de paja.

La exportación conjunta total de nutrientes por la paja de ambas especies es mayor a medida que aumenta la competencia de la avena loca con el trigo, bien a través de proximidad en la época de nascencia o de su infección en diversos grados. Esto es debido a que lo que absorbe la avena loca es superior a lo que deja de absorber el trigo. Y viceversa, al aumentar la competencia del trigo con la avena loca, la

exportación es menor, debido a que lo que absorbe el trigo es menor que lo que deja de absorber la avena loca.

Las variaciones pues de las exportaciones en paja son superiores en la avena loca que en trigo, debido principalmente a que como ya comentamos anteriormente se ve más afectado en la competencia el peso de paja de la mala hierba que el de la cosecha.

Consultando las tablas IV y V del apéndice, se constata que a igualdad de peso de paja, los contenidos de la paja de trigo en Fe y Zn son superiores a los del avenazo y los de N, K, Na, Ca, Mg y S son superiores en el avenazo. Siendo los contenidos en P y Mn los que no marcan una tendencia constante.

6.2.Valores analíticos de grano y exportación de nutriente

Se exponen a continuación en las tablas XIV a XVIII.

TABLA XIV

Valores analíticos medios de grano de T.vulgare

Trat.	% sobre materia seca							p.p.m.		
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	2,5	0,54	0,60	0,040	0,16	0,007	0,19	38	23	55
S ₂	3,0	0,57	0,70	0,040	0,15	0,007	0,20	47	22	60
S ₃	3,7	0,65	0,77	0,047	0,17	0,009	0,20	53	25	72
S ₄	4,1	0,63	0,67	0,050	0,19	0,006	0,21	57	28	85
D ₁	3,3	0,61	0,68	0,043	0,17	0,008	0,19	50	25	63
D ₂	3,3	0,58	0,68	0,045	0,19	0,006	0,19	45	25	63
D ₃	3,4	0,62	0,70	0,045	0,17	0,008	0,23	51	23	70

TABLA XV

Valores analíticos medios de grano de A.sterilis

Trat.	% sobre materia seca							p.p.m.		
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	2,1	0,38	1,3	0,32	0,15	0,029	0,17	278	55	47
S ₂	2,0	0,39	1,1	0,30	0,16	0,031	0,20	277	57	42
S ₃	2,2	0,41	1,2	0,27	0,16	0,028	0,20	235	48	42
S ₄	2,2	0,43	1,1	0,27	0,16	0,026	0,18	227	42	47
D ₁	2,2	0,39	1,4	0,31	0,15	0,030	0,17	269	54	41
D ₂	2,1	0,40	1,1	0,29	0,16	0,032	0,19	284	50	46
D ₃	2,2	0,41	0,9	0,27	0,16	0,023	0,19	210	47	48

Al igual que ocurría con las concentraciones de bioelementos en la paja de trigo de la tabla IX, los valores analíticos en grano de trigo son mayores a medida que se aproxima su tiempo de nascencia al de la avena loca, o lo que es igual decrece la producción de grano por efecto de la competencia de la mala hierba y entonces se produce un "efecto de concentración" de los bioelementos.

Esto no coincide para el caso del N con las apreciaciones de Bowden y Friesen (19), pues ellos no observan variación en el contenido proteico del grano de trigo, aunque si al igual que nosotros un descenso de producción. Nakoneshny y Friesen (87), haciendo experimentos en campo extirpando las malas hierbas, es decir evitando la competencia, observan los efectos perniciosos de estas sobre la producción de grano de trigo, sin embargo, al extirparlas, en unos lugares ascendía y en otros descendía el contenido proteico del grano.

En caso del grano de avena loca, no se hallan apenas diferencias analíticas entre los diversos bioelementos, a medida que se retrasa su fecha de nascencia respecto del trigo, es decir, al pasar de S_4 a S_1 , a no ser en Ca, Fe y Mn que demuestran un "efecto de concentración" y al igual que ocurría con la paja se denota un descenso en la concentración de P en grano.

Al estudiar la influencia del grado de infección de avena loca sobre el contenido de nutrientes en grano de trigo observamos una falta de diferencias entre las distintas D,

Aunque entre las D de las épocas de siembra S_2 y S_3 parece observarse un "efecto de concentración" de N en grano, ya que al aumentar la infección es menor el peso de grano y algo superior la concentración de N; en el caso de la época S_4 no ocurre esto, pues a mayor infección es menor el peso de grano y también la concentración de N, lo que nos indica que en la nascencia adelantada en un día del avenazo sobre el trigo, el grado de infección de avenazo no sólo afecta a la producción sino al contenido proteico del grano de trigo.

En el caso de la avena loca, únicamente se observan claras diferencias en el contenido en K y Ca del grano, con un evidente "efecto de dilución" al aumentar el grado de infección y por tanto el peso del grano.

Estudiando al igual que hicimos con la paja las correlaciones existentes entre las concentraciones de bioelementos en el grano, - cuyos valores analíticos se presentan en las tablas VIII y IX del apéndice-, y el peso medio del grano en las tablas I y II de dicho apéndice, se obtienen las ecuaciones de las rectas de regresión y coeficientes de correlación correspondientes y que presentamos a continuación en la tabla XVI.

TABLA XVI

Ecuaciones de las rectas de regresión y coeficientes de correlación entre concentraciones de bioelementos y peso de grano en ambas especies

Bioelemento	T. VULGARE		A. STERILIS	
	Recta regresión	Coef. correlación	Recta regresión	Coef. correlación
N(%)	y=4,5930-0,1591x	r=-0,9416***	y=2,0790+0,0593x	r=0,1507 n.s
P(%)	y=0,6825-0,0103x	r=-0,7495**	y=0,3351+0,0507x	r=0,9256***
K(%)	y=0,7412-0,0073x	r=-0,4105 n.s.	y=1,4540-0,2227x	r=-0,3799 n.s
Ca(%)	y=0,0532-0,0011x	r=-0,8967***	y=0,3453-0,0423x	r=-0,6047*
Mg(%)	y=0,1932-0,0031x	r=-0,9039***	y=0,1514+0,0058x	r=0,4124 n.s
Na(%)	y=0,0065+0,0001x	r=0,3183 n.s.	y=0,0339-0,0042x	r=-0,3021 n.s
S (%)	y=0,2195-0,0022x	r=-0,3251 n.s.	y=0,1771+0,0078x	r=0,1324 n.s
Fe (ppm)	y=62,4176-1,7264x	r=-0,7890**	y=345,7846-69,0154x	r=-0,6001*
Mn (ppm)	y=28,8736-0,5491x	r=-0,6537*	y=62,1762-8,8584x	r=-0,5817*
Zn (ppm)	y=91,6478-2,9976x	r=-0,9389***	y=44,3284+0,5059x	r=0,0562 n.s

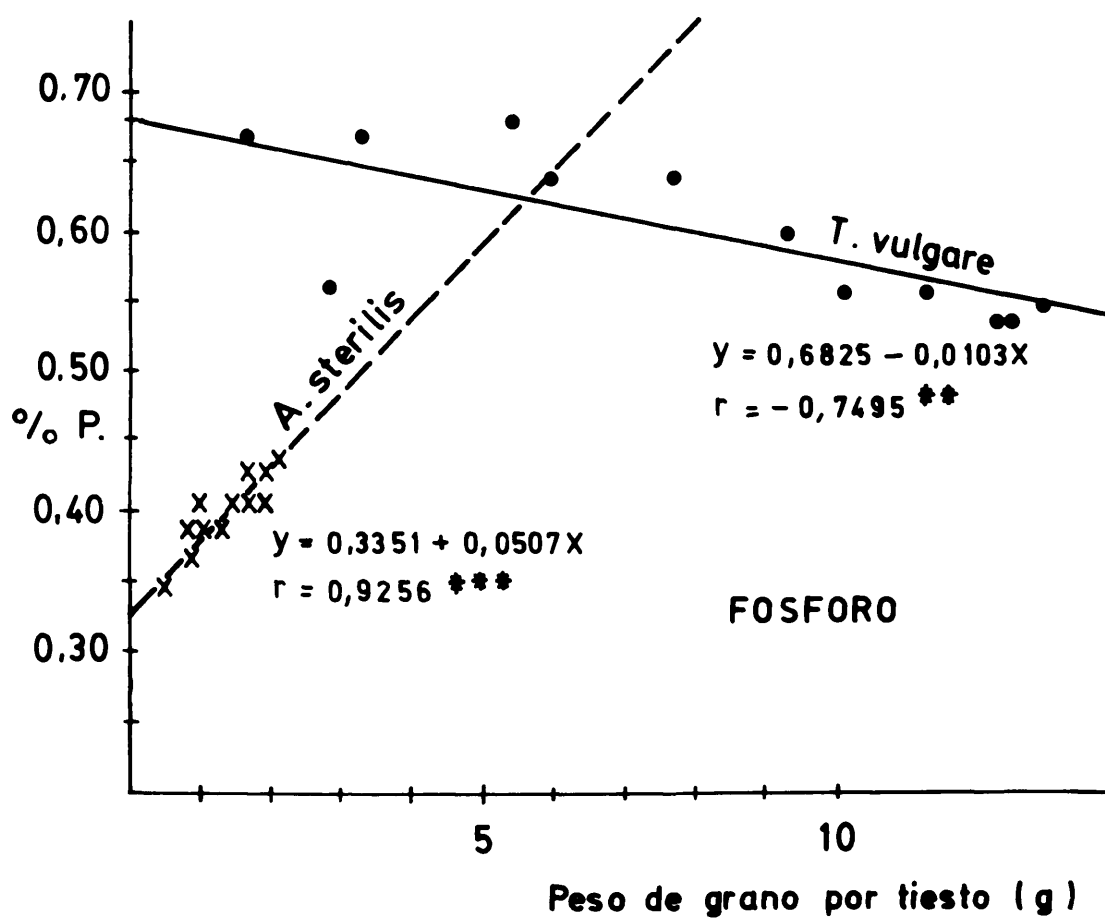
n.s.	no significativo
*	significativo
**	muy significativo
***	extraordinariamente significativo

A la vista de dichos coeficientes de correlación se saca la consecuencia que en caso del grano de trigo se producen "efectos de concentración y dilución" que son extraordinariamente significativos para el N, Ca, Mg y Zn, muy significativos para el P y Fe, significativos para el Mn y sin ninguna significación para el K, Na y S. Estos mismos efectos se demuestran significativamente en el grano de avena loca para el Ca, Fe y Mn.

También en caso de la avena loca no se encuentra ninguna significación para la correlación entre las concentraciones de N, K, Mg, Na, S y Zn y el peso de grano. Sin embargo en caso del P, existe una correlación positiva y extraordinariamente significativa, de forma que al disminuir el peso de grano de avena loca disminuye la concentración de dicho bioelemento en el mismo y viceversa.

Al igual que en el caso de la paja, en que representábamos las rectas de regresión de bioelementos que presentaban mayor interés como eran el P, K, Mn y N, en caso del grano representamos gráficamente solo las rectas de regresión del P en la gráfica nº.32, ya que el resto de los bioelementos como hemos visto, o nos proporcionan coeficientes de correlación no significativos, o denotan "efectos de concentración y dilución" tanto para el trigo como avena según modelo gráfico del N en paja.

RECTAS DE REGRESION PARA LA CONCENTRACION DE FOSFORO EN GRANO DE T. vulgare y A. sterilis EN COMPETENCIA



GRAFICA n° 32

A continuación presentamos las tablas correspondientes a la exportación de nutrientes obtenidas a partir del peso de grano y valores analíticos de él en ambas especies.

TABLA XVII

Exportación media de nutrientes por el grano de T. vulgare

Trat.	miligramos									
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	316,1	57,9	75,0	5,0	20,0	0,87	24,1	0,48	0,29	0,6
S ₂	301,6	58,6	71,6	4,1	15,7	0,68	19,9	0,47	0,22	0,6
S ₃	235,0	41,5	48,4	2,9	11,0	0,57	13,1	0,34	0,16	0,45
S ₄	107,3	16,2	17,0	1,3	4,7	0,16	5,4	0,15	0,07	0,22
D ₁	266,8	51,4	58,4	3,6	14,2	0,66	16,1	0,41	0,22	0,54
D ₂	230,5	44,3	52,3	3,3	12,6	0,52	14,4	0,33	0,19	0,46
D ₃	223,2	42,4	48,3	3,0	11,8	0,54	16,4	0,34	0,16	0,46

TABLA XVIII

Exportación media de nutrientes por el grano de A. sterilis

Trat.	miligramos									
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	17,9	3,2	9,7	2,6	1,3	0,25	1,4	0,23	0,05	0,04
S ₂	25,0	4,8	12,7	3,7	2,0	0,36	2,5	0,33	0,07	0,06
S ₃	30,3	6,1	17,4	3,7	2,2	0,39	2,8	0,33	0,07	0,06
S ₄	41,8	8,2	19,9	5,1	3,0	0,48	3,4	0,42	0,08	0,09
D ₁	25,8	4,6	15,5	3,5	1,8	0,34	1,9	0,30	0,06	0,05
D ₂	28,7	5,9	15,5	3,9	2,2	0,44	2,7	0,38	0,07	0,06
D ₃	31,8	6,1	13,9	4,0	2,4	0,33	2,9	0,30	0,07	0,07

Respecto a la exportación total de nutrientes por el grano de trigo, es mayor al igual que ocurría con la paja a medida que se distancia más su época de siembra del avenazo, es decir, está en relación con el peso de grano obtenido, cuyo aumento es superior al descenso de concentración de los bioelementos a medida que se evita la competencia del avenazo a través de un adelanto en su tiempo de siembra. También en caso de la avena loca, exportación está relacionada con el peso de grano obtenido de ella, pero en este caso la relación es mucho mayor entre dichos valores, debido a la escasa variación de la concentración de bioelementos.

El grado de infección de avenazo influye en la absorción total de nutrientes en ambas especies en la misma medida que lo hace el tratamiento de época de siembra de trigo. Es decir, la exportación está totalmente relacionada con el peso de grano obtenido para cada grado de infección, debido a las escasas diferencias analíticas observadas entre las diversas D.

La exportación conjunta total por el grano de ambas especies es menor a medida que aumenta la competencia de la avena loca con el trigo, bien a través de su aproximación en el tiempo de nascencia o de sus crecientes grados de infección. Esto es debido a que lo que absorbe el grano de avena loca es muy inferior a lo que deja de absorber el grano de trigo. Y viceversa, al aumentar la competencia del trigo con la avena loca, la exportación es mayor, debido a que lo

que es absorbido en el grano de trigo es muy superior a lo que deja de ser absorbido por el grano de avena.

Las variaciones pues de las exportaciones de grano son superiores en el trigo que en la avena loca, debido a como ya dijimos verse más afectado en la competencia el peso de grano de la cosecha que el de la mala hierba.

Consultando las tablas VIII y IX del apéndice, se saca en consecuencia de que a igualdad de peso de grano, en general, el grano de trigo contiene más cantidad de N, P y Zn que el de avenazo, lo cual es lógico para el N y P ya que se trata de una especie mejorada específicamente para la alimentación humana, que precisa de compuestos fosfotrogenados. El grano de avenazo por el contrario, es más rico que el del trigo en K, Ca, Na, Fe y Mn, siendo muy similares para ambas especies los valores en Mg y S.

6.3. Evolución de los conceptos sobre absorción radicular y su relación con la composición mineral de ambas especies.

La composición mineral de las plantas pertenecientes a taxones diferentes, es debida a sus distintas características genéticas y fisiológicas, que ofrecen distinta selectividad iónica.

Mattson (80). aplicando la teoria de Donnan de cambio iónico en el suelo, explica la absorción de iones por las raíces de las plantas, atribuyéndolas unas propiedades físicas de adsorción de iones, a través de cargas electronegativas que proporcionan a las raíces una capacidad de cambio radicular, la cual según este investigador está relacionada con la composición mineral de las plantas.

Además Drake y cols. (37) han determinado las capacidades de cambio catiónico radicular (CECR) de Triticum vulgare y Avena sativa, que son 9 y 22,8 meq/100g de peso seco respectivamente. Nosotros creemos que con ciertas oscilaciones, la especie de avena silvestre conque trabajamos dada su afinidad taxonómica, al pertenecer al G.Avena, variaría menos su posible CECR de la sativa que la variedad de trigo ensayada respecto del valor generalizado para el trigo por dichos autores, por lo que es lógico pensar que la A.sterilis posea según ésto mayor CECR que el T.vulgare alborubrum.

Por otro lado, estos últimos investigadores, dicen que

a bajo contenido del suelo en K, las malas hierbas si su CECR es más alta que las de los cultivos, compiten con ellos por Ca y Mg, y por K si es más débil; y que, en suelos ricos en K desaparece el efecto de la CECR.

Nosotros encontramos una mayor capacidad de absorción catiónica de las plantas de avena loca con respecto al trigo especialmente en Ca, Mg, Na y K, a pesar de haber experimentado en un suelo rico en K. Por tanto nuestros resultados no coinciden con los de los anteriores investigadores y echan por tierra la teoria de cambio catiónico radicular, para explicar la absorción selectiva de iones. Sin embargo, en la avena loca encontramos una superior absorción o contenido de iones divalentes en relación a los monovalentes y con respecto al trigo, e incluso una mayor absorción de fósforo en trigo, lo cual si está de acuerdo con las teorías de algunos de los defensores de la existencia de la capacidad de cambio radicular (12) y (80).

Otra teoria para explicar la selectividad de cationes por las raices de las distintas especies, es la presentada por Cöic, basándose en la distinta velocidad de reducción de los nitratos, según que se realice en la raiz o en la hoja, (28).

Sutcliffe indica sin embargo que existe escasa influencia de la fase de adsorción iónica en la de acumulación mineral (118).

Más actualmente Epstein (40) opone una serie de objeciones a la teoría de capacidad de cambio radicular y emite su propia teoría que es la que está más en boga en la actualidad. Aduce que la composición mineral de las plantas depende de procesos metabólicos, generalmente unidireccionales y altamente selectivos, siendo los responsables de la selectividad iónica transportadores de tipo enzimático característicos de cada ión, localizados en el citoplasma y que transfieren los iones a través de las membranas, que son barreras para la simple difusión de los iones.

Wacquant (136), recientemente dice que en verdad no ha habido ningún estudio profundo sobre la significación fisioco-química y fisiológica de la CECR y de su relación directa con la absorción selectiva. Aporta sin embargo argumentos experimentales en favor de la hipótesis de Mattson, aunque no cree que las teorías citadas anteriormente sean incompatibles, sino que puede que cada una se refiera a procesos diferentes y que las tres se realicen durante la absorción y según las circunstancias ecológicas tal o cual mecanismo actúe más eficazmente.

Nosotros estamos en general de acuerdo con la teoría de Epstein, de que sean transportadores enzimáticos selectivos para cada ión los responsables de su absorción, traslocación y que lleve como resultado a su acumulación en los tejidos. Lo cual nos lleva a que cada especie posea una capacidad de absorción iónica y a igualdad de peso de materia vegetal

posea diferentes contenidos de bioelementos en sus tejidos y unos niveles críticos de deficiencia y toxicidad para cada elemento nutriente.

En nuestros experimentos encontramos un superior contenido y capacidad de absorción de la avena loca por cationes Ca, Mg, Na y K, y de Zn y quizás P por el trigo, lo cual no coincide con la existencia por parte de la avena loca de un mayor y más finamente extendido sistema radicular que exploraría el suelo más efectivamente, ya que de ser así es de suponer que tendría mayor capacidad de absorción para todos los elementos, y no es así, por tanto nuestros resultados están de acuerdo con la teoría de Epstein que llega a decir que el que existan diferencias de absorción entre especies de unos elementos respecto de otros son debidas a mecanismos de nutrición mineral controlados genéticamente.

IV. EXPERIMENTO DE COMPETENCIA DE *Avena sterilis* L.
CON *Triticum vulgare* L. , EN COMPARACION A LA
DE *Triticum vulgare* CONSIGO MISMO.

1. PLANTEAMIENTO

A la vez que se realizaba en el experimento anterior la siembra de trigo en la época S_4 , - es decir, nacía la avena loca un día antes que el trigo - , con los 3 grados de infección de avenazo siguientes

D_1 6 plantas trigo+ 2 plantas avenazo(6T+2A)
 D_2 6 plantas trigo+ 4 plantas avenazo(6T+4A)
 D_3 6 plantas trigo+ 6 plantas avenazo(6T+6A)

se procedió a realizar por otra parte un experimento comparativo, también en tiestos, de 4 dosis de siembra de trigo, según un diseño estadístico de bloques al azar con 4 repeticiones y con el siguiente número de plantas de trigo por tiesto

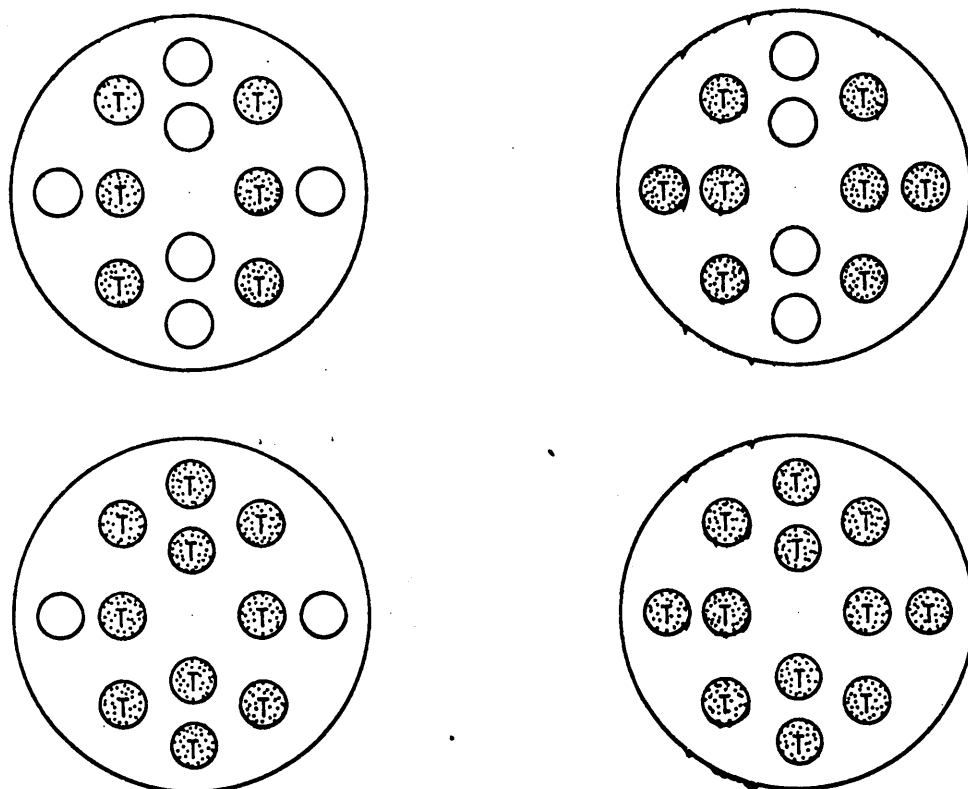
5 plantas de trigo 6T
8 plantas de trigo 8T
10 plantas de trigo 10T
12 plantas de trigo 12T

De esta forma, no sólo nos permitía estudiar la competencia intraespecífica del trigo consigo mismo, al incrementar su dosis de siembra, sino valorar su capacidad competitiva consigo mismo, al compararla con la de avena loca. Nos permitía pues conocer si la competencia analizada en el experimento anterior, que establecían diversos grados de infección de avena loca, era debida a la introducción en el ti-

esto de un número adicional de plantas, con independencia de la especie de que se tratara.

Así pues, con este experimento se pretende valorar comparativamente el efecto que ejercen sobre los valores biométricos y nutrición del trigo, bien un número adicional de plantas de trigo, conseguido a través de diversas dosis de siembra, bien el mismo número adicional de plantas de avenazo conseguido a través de diversos grados de infección, y así poder establecer si es el trigo o el avenazo el que tiene mayor efecto competitivo contra el propio trigo.

La distribución de las semillas y futuras plantas en el tiesto para el experimento de dosis de siembra de trigo fué idéntica a la señalada en el experimento anterior para la época de siembra S_4 . Únicamente varió en que en los lugares destinados para la avena loca se situaron semillas de trigo.



2. VALORES BIOMETRICOS DE T. vulgare AL FINAL DE SU CICLO BIOLOGICO.

Los valores biométricos medios obtenidos de todas las plantas de trigo componentes de cada tiesto para sus cuatro dosis de siembra, se presentan en la tabla XII del apéndice puesto que los obtenidos por tiesto para los tres grados de infección de avenazo se presentaron ya en la tabla I del mismo.

Presentamos análisis de la variancia de los valores biométricos del trigo que poseen mayor interés y nos pueden informar más acerca de la competencia, como son, peso de paja número de hijos y peso de grano por planta. El resto de los valores biométricos bien referidos a total por tiesto o por planta serán comentados a continuación más someramente.

Al igual que en el experimento anterior, hubiera sido muy interesante cuantificar el desarrollo radicular del trigo pero no fué posible por las dificultades encontradas y ya comentadas anteriormente. Por tanto no fué posible comparar el desarrollo radicular del trigo hallándose aislado o en competencia con el avenazo, pero es de suponer, que aún habiéndose llevado a cabo el experimento en un tiesto y por tanto en un volumen muy limitado de suelo, ocurra como han demostrado Pavlychenko (90) y Pavlychenko y Harrington (92) y (93) que el trigo en competencia con el avenazo posee un muy inferior desarrollo radicular a cuando se halla cultivado sólo. Llevando pues lógicamente a una competencia del avenazo con-

tra el trigo y viceversa por espacio subterráneo, que en definitiva se va a traslucir en el desarrollo aéreo, que si hemos podido valorar y como veremos a continuación está en relación con las apreciaciones hechas por dichos investigadores sobre el desarrollo radicular.

En la gráfica número 33 al comparar el efecto de la dosis de siembra de trigo sobre la altura del mismo, vemos que a medida que se pasa de 6 a 10 plantas por tiesto, el desarrollo en altura es mayor. Esto es lógico, así Luk'yanyuk y Dolgodvorov en Moscú, han comprobado que dosis crecientes de siembra llevan aun descenso en la intensidad fotosintética (78), lo que comporta lógicamente una competencia por luz, y que para Puckridge y Donald es muy importante en el ahijado (97) y lleva a que las plantas de trigo reaccionen contra la deficiencia lumínica, dando hojas de tamaño mayor, como han comprobado Puckridge en trigo (96) y Mc Fadden en cebada (84). Nosotros hemos comprobado por diversas medidas de altura del trigo que existía una clara relación entre la altura a lo largo del ciclo, - es decir medida hasta la altura de la punta de la hoja más larga-, y la altura final hasta el ápice de la espiga.

Sin embargo, al pasar de la densidad 10T a la 12T, se produce un ligero descenso de la altura del trigo, quizás por intervenir en este caso otro factor más importante que el lumínico, como es posiblemente un volumen de suelo ya limitante para el sostenimiento de ese número de plantas.

Así pues, en general diferimos de otros investigadores que encuentran un descenso en altura de las plantas al aumentar la densidad de siembra de cereales, como es el caso de El-Hattab y cols. (41) y Kirby y Faris (64). Aunque para Lovett y Kirby al aumentar la densidad de siembra del trigo lleva a un aumento de longitud de los tallos en los primeros estados, para decrecer en los finales (77), que es la medida que acabamos de manejar.

También el trigo posee menor talla cuando se halla en competencia con el avenazo a cuando está sólo.

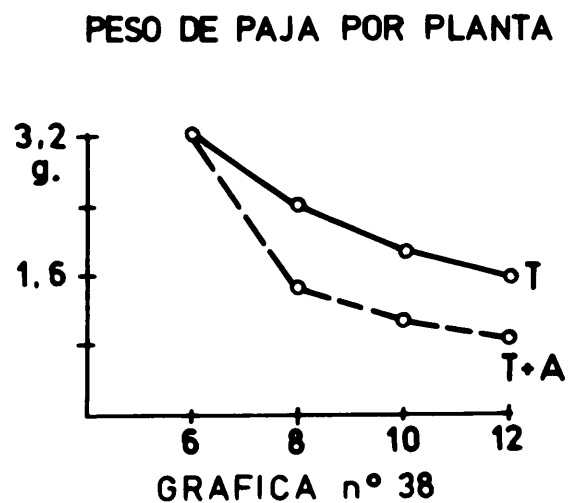
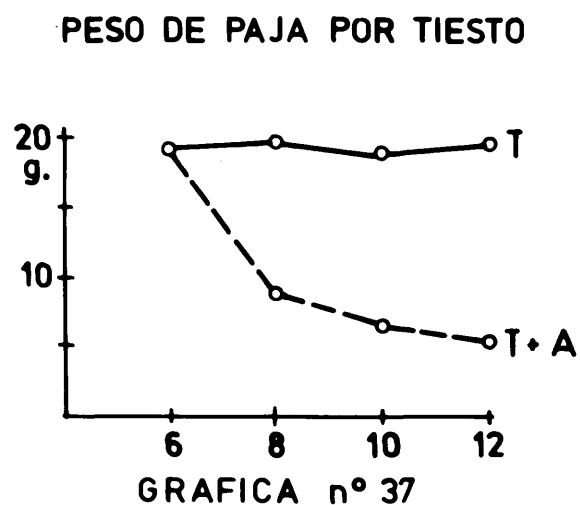
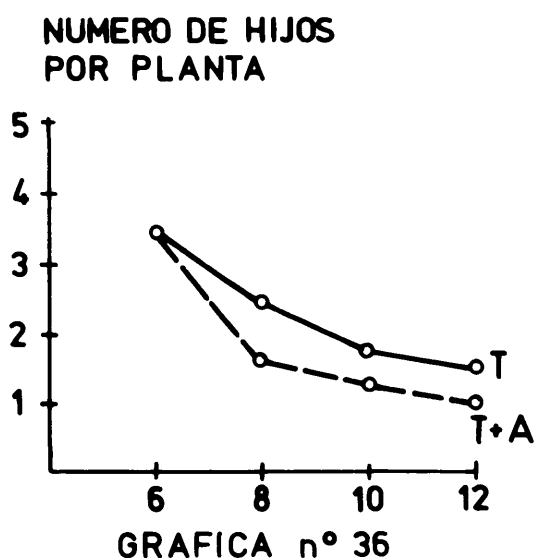
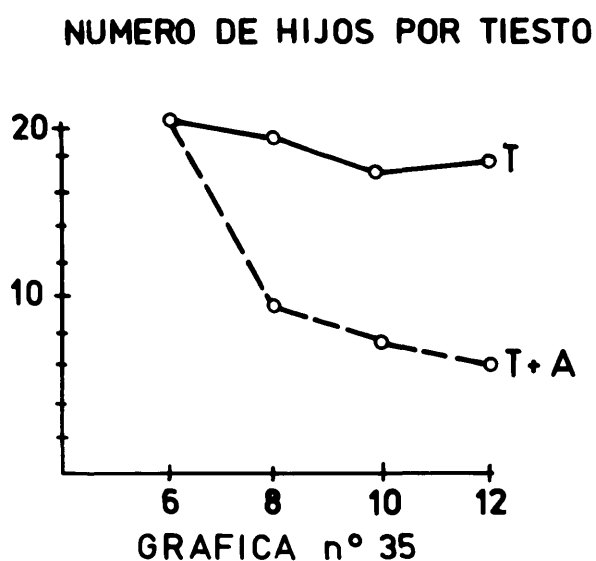
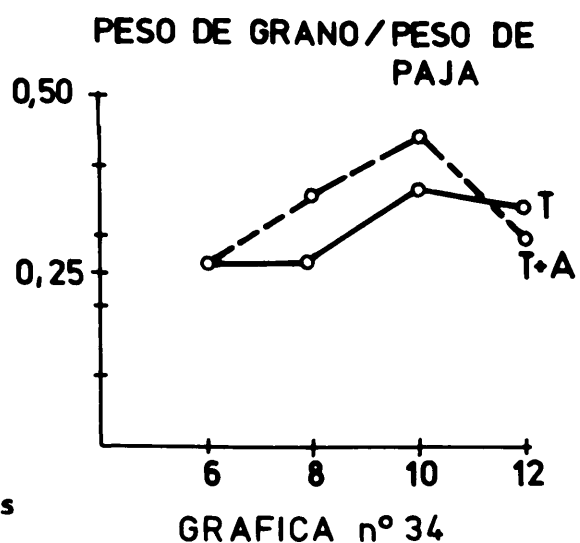
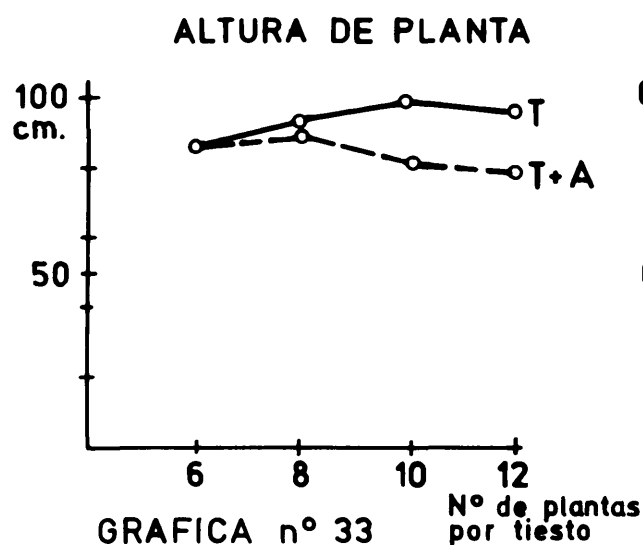
Al igual que con el desarrollo en altura de las plantas de trigo, ocurre con el número total de espigas por tiesto, cuyo número aumenta hasta llegar a la dosis 10T, debido a un incremento en el número de plantas, pero de aquí a la dosis 12T descendiendo dicho valor. Cuando comparamos esto mismo entre trigo sin y afectado con avenazo, observamos que en este último caso descendiendo claramente dicho valor, como puede observarse en la gráfica número 39.

Respecto al número de espigas por planta, debido a la competencia intraespecífica de las plantas de trigo, es menor a medida que aumenta el número de éstas por tiesto. Esto coincide con los trabajos de El-Hattab y cols. (41) para el caso del trigo y con los de Mc Fadden para la cebada (84). También el número de espigas por planta de trigo es menor cuando este cereal se halla sometido a la competencia del avenazo, a cuando no lo está, como podemos observar en la gráfica número 40.

En cuanto a la relación peso de grano/peso de paja, al igual que ocurre con la altura de planta, número total de espigas y peso total de grano, - del cual trataremos a continuación-, es mayor al pasar de la dosis de siembra 6T a la 10T, descendiendo de aquí a la 12T. Esto es debido, a que al comparar las distintas dosis de siembra no existen apenas diferencias en los pesos totales de paja, mientras que el peso de grano varía sensiblemente en el sentido antes indicado y en relación al desarrollo en altura de planta y número de espigas, mientras que el peso de paja parece estar más relacionado con el número de hijos por tiesto.

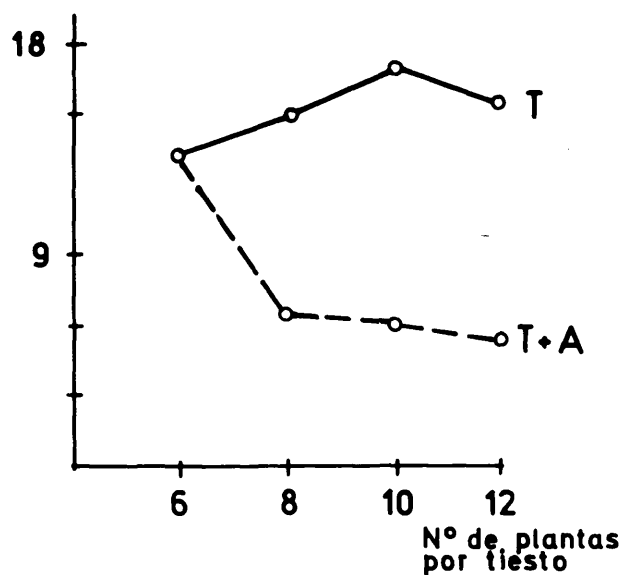
Se observó en la gráfica número 34, que esta relación es mayor en caso de trigo sometido a competencia con avena loca que cuando se halla sin dicha mala hierba, en caso de 8 y 10 plantas por tiesto, es decir comparando los tratamientos 6T+2A con 8T y 6T+4A con 10T. Pero es menor en caso de 12 plantas por tiesto, o lo que es igual, al comparar 6T+6A con 12T.

DIAGRAMAS COMPARATIVOS DE LOS VALORES BIOMETRICOS DE T.vulgare CON Y SIN COMPETENCIA DE A. sterilis



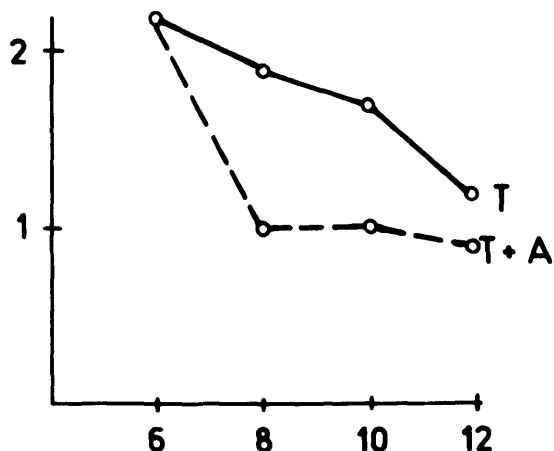
DIAGRAMAS COMPARATIVOS DE LOS VALORES BIOMETRICOS DE *T. vulgare* CON Y SIN COMPETENCIA DE *A. sterilis* (Cont.)

NUMERO DE ESPIGAS POR TIESTO



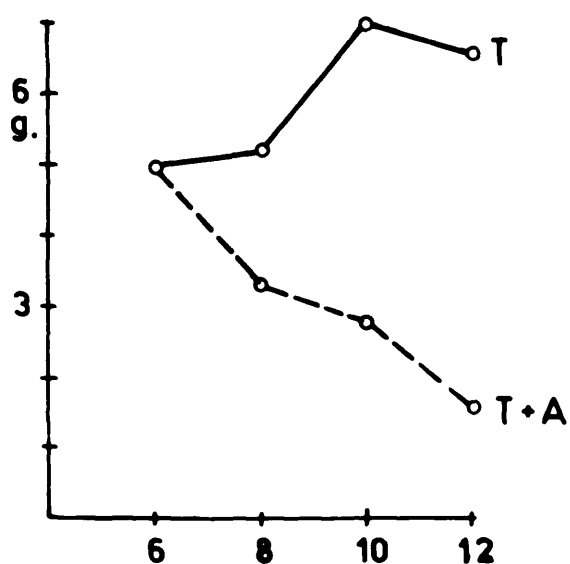
GRAFICA n° 39

NUMERO DE ESPIGAS
POR PLANTA



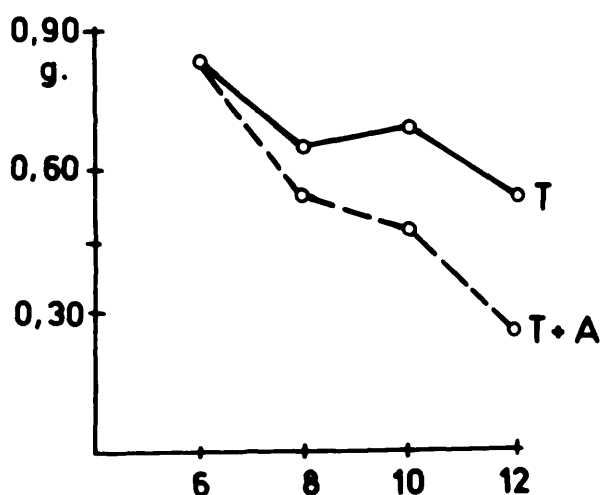
GRAFICA n° 40

PESO DE GRANO POR TIESTO



GRAFICA n° 41

PESO DE GRANO POR PLANTA



GRAFICA n° 42

2.1. Peso de grano de T.vulgare

En cuanto al peso total de grano por tiesto, al igual que ocurría con la altura y número total de espigas, es mayor al pasar de la densidad de siembra 6T a la 10T, descendiendo luego ligeramente de aquí a la 12T, como se ve en la gráfica 41.

Esto parece indicar que al pasar de 10T a 12T el volumen de suelo es claramente limitante para el desarrollo normal de las plantas instaladas.

En la bibliografía sin embargo, debido a las condiciones ecológicas diversas de los lugares de ensayo, variedades y dosis de siembra utilizadas, técnica de cultivo, etc., existe una gran discrepancia sobre la evolución de los rendimientos en grano, obtenidos al variar la dosis de siembra. Así para unos investigadores, al aumentar la misma en cereales el rendimiento decrece (5), (11), (117) y (141) ; para otros aumenta (77) y (140), y para otros no varia (41), (45), (48) y (137). Incluso Luk'yanyuk y Dolgodvorov ensayando en la URSS con diversas variedades de trigo a diversas densidades, obtienen según las variedades resultados contradictorios (78).

Al comparar el peso total de grano entre los tratamientos de trigo infectado y no con avenazo, a igualdad de número de plantas por tiesto, se ve un descenso de peso de grano cuando el avenazo entra en competencia con el trigo.

Es preciso recurrir al estudio del peso de grano por planta para poder comparar la capacidad competitiva del avenazo con la del trigo. Para ello se hace análisis de la variancia de di

chos valores, que expresados en gramos se presenta a continuación en la tabla XIX.

TABLA XIX

Peso de grano por planta de T.vulgare

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
	I	II	III	IV	
6 T	0,38	1,12	1,03	0,81	0,83
8 T	0,54	0,64	0,77	0,65	0,65
10 T	0,75	0,68	0,66	0,70	0,70
12 T	0,60	0,53	0,51	0,55	0,55
6T + 2A	0,56	0,53	0,53	0,57	0,55
6T + 4A	0,47	0,57	0,47	0,38	0,47
6T + 6A	0,13	0,32	0,25	0,33	0,26

Análisis de la variancia

Efectuado el mismo, se han obtenido los siguientes valores

Bloques F = 1,21

Tratamientos F = 7,00***

C.V. = 24,2%

Min.Dif. sign.experimento P = 5%0,20g./pl.
P = 1%0,28g./pl.
P = 1%.....0,38g./pl.

6T - 8T n.s.	6T - 6T+2A * *	8T - 6T+2A n.s.
6T - 10T n.s.	6T - 6T+4A * *	10T - 6T+4A *
6T - 12T * *	6T - 6T+6A * * *	12T - 6T+6A * *
8T - 10T n.s.		
8T - 12T n.s.		
10T - 12T n.s.		

Discusión

En el conjunto del experimento existe una extraordinaria significación del efecto del número de plantas por tiesto, bien sea el trigo sólo o con avenazo, sobre el peso de grano de trigo por planta. Esta significación es sin embargo mucho menor que para el número de hijos y peso de paja por planta, como veremos a continuación, debido al efecto de la falta de significación de las diferencias en peso de grano existentes entre las densidades de siembra de trigo.

Existe una clara tendencia de que debido a la competencia intraespecífica, al aumentar el número de plantas de trigo por tiesto, ó dosis de siembra, es menor el peso de grano de trigo por planta, al igual que ocurre con el resto de los valores biométricos. El aumento de este valor al pasar de 8T a 10T, se debe a que fué superior el incremento en peso total de grano, al de número de plantas competidoras como consecuencia de una mayor altura y número de espigas totales en caso de la densidad 10T que en las demás utilizadas.

Esto coincide con los resultados obtenidos por Puckridge y Donald (97), según los que a altas densidades de siembra se reduce el peso de grano de trigo por planta y que dichos investigadores achacan a marcadas reducciones en el número de tallos por planta, - que nosotros también encontramos-, menor proporción de tallos fértiles y menor peso de grano por espiga.

Las diferencias entre el peso de grano al comparar las distintas densidades de siembra, sin embargo no son significativas a no ser al pasar de 6T a 12T.

Al comparar el peso de grano obtenido por planta de los diversos tratamientos de infección de avena loca con el tratamiento 6T, se observa un claro y muy significativo descenso en la producción de grano a medida que aumenta la infección.

Al comparar el peso de grano obtenido por planta cuando se hallaba en competencia con la avena loca y cuando se hallaba sólo el trigo, a igualdad de número total de plantas por tiesto, observamos como puede verse en la gráfica número 42 que es siempre menor el peso de grano de trigo por planta cuando entra con él en competencia el avenazo a cuando se halla sólo. Sin embargo, las diferencias pasan de ser no significativas en el caso de comparar 8T con 6T+2A, a muy significativas en caso de comparar 12T con 6T+6A, es decir, aumenta el grado de significación al aumentar el grado de infección.

2.2. Número de hijos de T. vulgare

Respecto al número total de hijos por tiesto, puede observarse en la gráfica número 35 que desciende al pasar de la dosis de siembra 6T a la 10T, para posteriormente ascender ligeramente en la 12T. Esto se halla en contraposición con la altura de las plantas que marcha en sentido inverso, como ya comentamos anteriormente, es decir era superior al pasar de 6T a 10T y luego descendía de aquí al tratamiento 12T.

El número total de éstos es menor cuando el trigo se halla infectado de avenazo que cuando se halla sin infectar, sea cual fuere la densidad de siembra.

A continuación en la tabla XX se presenta análisis de la variancia para el número de hijos por planta de trigo

TABLA XX

Número de hijos por planta de T.vulgare

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
	I	II	III	IV	
6T	2,8	3,5	3,3	3,8	3,4
8T	2,4	2,8	2,1	2,4	2,4
10T	1,8	1,7	1,8	1,6	1,7
12T	1,7	1,6	1,3	1,3	1,5
6T + 2A	1,5	1,8	1,5	1,5	1,6
6T + 4A	1,3	1,5	1,2	1,3	1,3
6T + 6A	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0

Análisis de la variancia

Efectuado el mismo, se han obtenido los siguientes valores

Bloques F = 1,4

Tratamientos F = 49,6 ***

C.V. = 11,9 %

Min.Dif.sign.experimento P = 5%..... 0,3hijos/p
P = 1%..... 0,5hijos/p.
P = 1%..... 0,6hijos/p.

6T - 8T ***	6T - 6T+2A ***	8T - 6T-2A ***
6T - 10T ***	6T - 6T+4A ***	10T - 6T-4A *
6T - 12T ***	6T - 6T+6A ***	12T - 6T-6A **
8T - 10T ***		
8T - 12T ***		
10T - 12T n.s.		

Discusión

Se observa en el conjunto del experimento una extraordinaria significación del efecto del tratamiento número de plantas por tiesto, sea cual fuere la especie, sobre el número de hijos obtenidos por planta de trigo, al final de su ciclo biológico.

Como se puede observar en la gráfica número 36, se produce un claro descenso en el número de hijos por planta de trigo a medida que la dosis de siembra es mayor, debido a una clara competencia entre las plantas de trigo en un espa-

cio limitado. Esto coincide con los resultados obtenidos en trigo por Lovett y Kirby (77), El-Hattab y cols. (41), Puckridge y Donald (97) y en cebada por Mc.Fadden (84).

Puckridge trabajando con trigo en recipientes, obtiene los mismos resultados y achaca este descenso del número de hijos por planta a una competencia por luz y elementos asimilables entre las plantas de trigo a alta densidad de siembra (96).

Las diferencias son extraordinariamente significativas, excepto cuando se pasa de 10T a 12T que no lo son.

También las diferencias son extraordinariamente significativas siempre que se pasa de tener 6 plantas de trigo solas, a cuando entra en competencia el avenazo con ellas, sea cual fuere el grado de infección a que estuviera sometido.

Por último, al comparar el número de hijos de trigo por planta, a igualdad de número de plantas por tiesto, se saca en consecuencia como puede verse en la gráfica número 36, que este es siempre inferior cuando el cereal se halla infectado de avena loca, que cuando se halla sólo. Las diferencias encontradas son siempre significativas, aunque en grado variable.

2.3. Peso de paja de T.vulgare

Respecto al peso total de paja de trigo por tiesto, es similar para todos los tratamientos de densidad de siembra de trigo, al igual que han obtenido El-Hattab y cols. (41), en campo con diversas densidades de trigo y que podemos confirmar en la gráfica número 37. Esto es debido a que este valor biométrico es el resultante de otros dos contrapuestos, que son altura u número de hijos, y al aumentar la dosis de siembra tiende a aumentar el primero y disminuir el segundo. El valor de peso total de paja de trigo se halla comprendido entre 18,8 y 19,4 gramos por tiesto, por tanto muy uniforme y típico para el volumen y condiciones del suelo empleado, así como condiciones ambientales del invernadero y algo inferior al peso de paja conjunto de las especies competidoras del experimento anterior que era de 20 a 21 gramos.

Por otro lado, Furrer y Stauffer (45) y otros investigadores en la Estación Experimental de Rothamsted (105), han obtenido en campo y con las condiciones habituales de su país mayor peso de paja de trigo al aumentar la densidad de siembra. Lo que nos confirma que en nuestro caso hay un factor dominante que es el volumen de suelo que impide el aumento de rendimiento en paja.

En la gráfica número 37 vemos que el peso total de paja de trigo en competencia con avenazo es muy inferior a cuando está sólo en cualquiera de sus densidades de siembra.

A continuación y al igual que hicimos con el peso de grano y el número de hijos por tiesto, recurrimos al estudio-

detallado del peso de paja por planta de trigo , haciendo análisis de la variancia. Sus valores expresados en gramos se presentan a continuación en la tabla XXI.

TABLA XXI

Peso de paja por planta de T.vulgare

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
	I	II	III	IV	
6 T	3,4	3,0	3,2	3,2	3,20
8 T	2,6	2,6	2,2	2,3	2,43
10 T	1,8	1,9	1,9	1,9	1,88
12 T	1,8	1,5	1,5	1,6	1,60
6T+ 2A	1,6	1,6	1,4	1,5	1,53
6T+ 4A	1,4	1,1	1,2	0,8	1,13
6T+ 6A	0,9	1,0	0,8	0,8	0,88

Análisis de la variancia

Efectuado el mismo, se han obtenido los siguientes valores

Bloques , F = 3,16

Tratamientos , F = 132,63***

C.V. = 7,7%

Min.Dif.sign.experimento P = 5%..... 0,20g./planta
P = 1%.....0,28g./planta
P = 1%.....0,38g./planta

6T - 8T***	6T - 6T+2A***	8T - 6T+2A***
6T - 10T***	6T - 6T+4A***	10T - 6T+4A***
6T - 12T***	6T - 6T+6A***	12T - 6T+6A***
8T - 10T***		
8T - 12T***		
10T - 12T**		

Discusión

Se comprueba la existencia de una extraordinaria significación de la influencia del tratamiento número de plantas por tiesto, bien sean de trigo o de él y avena loca, sobre el peso unitario de paja de trigo.

Así pues, los pesos unitarios de la paja de trigo son decrecientes a medida que aumenta el número total de plantas por tiesto, sea de una u otra especie. Esto ha sido comprobado en caso de competencia intraespecífica en cereales por Puckridge y Donald en trigo (97), y Mc Fadden en cebada (84), quienes trabajando con variedades de sus países y a diversas densidades de siembra obtienen iguales resultados que nosotros.

Cuando comparamos el efecto sobre el peso de paja por planta de trigo de 2, 4 ó 6 plantas adicionales de avenazo con el producido por ese mismo número de plantas de trigo, se aprecia como puede observarse en la gráfica número 38 unos claros

descensos en el peso de paja por planta de trigo en el primer caso, obteniéndose unas diferencias extraordinariamente significativas.

3. VALORES ANALITICOS DEL SUELO AL FINAL DEL CICLO BIOLOGICO

Una vez finalizado el experimento de dosis de siembra de trigo, fué recogida el material aéreo, paja y grano, que se separó de las raíces y se procedió a analizar el suelo correspondiente a cada tratamiento.

Los valores analíticos medios se presentan a continuación en la tabla XXII. También se presentan los valores analíticos del suelo para cada grado de infección de avenazo en la época de siembra S_4 , con el fin de comparar los efectos sobre el suelo de densidades crecientes de trigo o avena loca.

. TABLA XXII

Valores analíticos medios de suelo al final del ciclo

Trat.	pH		CO ₃ %	M.O. %	N %	C/N	mg./100g. suelo			
	H ₂ O	ClK					F ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
6T	7,60	6,95	<1	2,15	0,114	10,9	295	90	370	21
8T	7,60	6,90	<1	2,15	0,115	10,8	285	95	370	22
10T	7,60	6,95	<1	2,24	0,113	11,5	295	100	370	21
12T	7,60	6,95	<1	2,21	0,115	11,1	290	100	370	25
6T+2A	7,55	6,95	<1	2,24	0,121	10,7	270	85	350	21
6T+4A	7,55	6,90	<1	2,28	0,124	10,7	280	85	360	22
6T+6A	7,50	6,80	<1	2,21	0,113	11,3	290	80	350	21

Se deduce pues, una falta de influencia de la densidad de siembra de trigo sobre los valores analíticos de suelo, quizás debido a como dijimos en el experimento anterior, a un mantenimiento de equilibrio de los nutrientes asimilables en las condiciones de invernadero, unido a una escasa variación en la producción total de materia vegetal.

Al comparar estos valores analíticos con los de suelo que ha estado sometido a la competencia de trigo y avenazo, encontramos que éste último el K_2O y Ca parecen algo más bajos, quizás debido a la mayor capacidad de absorción de cationes de la avena loca que del trigo.

En comparación con el análisis de suelo efectuado al comienzo del experimento, al igual que en el experimento anterior, y por idénticos razonamientos, se han incrementado los valores del suelo en materia orgánica y P_2O_5 , pero han decrecido en general en N, Ca, Mg y K_2O .

4. ASIMILACION DE NUTRIENTES POR T.vulgare AL FINAL DE SU CICLO BIOLOGICO

A continuación y en las tablas XXIII a XXVI se presentan comparativamente los valores analíticos así como las exportaciones totales de nutrientes de paja y grano de trigo de los tratamientos de diversas densidades de siembra de trigo y de los grados de infección de avenazo, a igualdad de número total de plantas de ambas especies por tiesto.

4.1. Valores analíticos de paja y exportación de nutrientes

Se exponen a continuación en las tablas XXIII y XXIV

TABLA XXIII

Valores analíticos de la paja de T. vulgare

Trat.	% sobre materia seca					p.p.m.				
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
6T	0,52	0,15	3,8	0,35	0,12	0,017	0,12	270	60	50
8T	0,36	0,14	3,6	0,34	0,11	0,014	0,11	315	55	40
10T	0,27	0,11	3,5	0,31	0,10	0,014	0,08	400	65	30
12T	0,27	0,10	3,6	0,32	0,11	0,014	0,08	355	60	40
6T+2A	0,40	0,17	3,9	0,33	0,10	0,024	0,15	275	185	45
6T+4A	0,40	0,18	3,9	0,32	0,12	0,025	0,17	500	205	50
6T+6A	0,62	0,22	3,8	0,32	0,12	0,024	0,19	330	215	50

A la vista de esta tabla, se deduce que al aumentar la densidad de siembra ó número de plantas de trigo por tiesto experimental, es menor en general la concentración de la paja en bioelementos y muy especialmente en caso del N. No se ob-

serva pues "efecto de dilución" de los mismos, puesto que el peso seco de paja obtenido era como ya dijimos anteriormente prácticamente igual en todos los tratamientos. Unicamente parece posible que la absorción de nutrientes esté relacionada cuando el trigo se halla sin infectar con avena loca, con el número de hijos producidos, de forma que a mayor número de éstos sea mayor la absorción de bioelementos y especialmente de N.

Al aumentar sin embargo el número de plantas competidora de avenazo, se observa en general un incremento en la concentración de los valores de bioelementos en trigo, especialmente N, P y Mn. Esto es debido a que al aumentar el grado de infección y por tanto la competencia era menor el desarrollo del trigo y por tanto existe un "efecto de concentración". Esto no coincide con los resultados obtenidos en campo por Blackman y Templeman, en que al parecer las malas hierbas en general deprimen los contenidos de los cereales en N y K, sin afectar al P (17). Koch y Köchner aseguran que la A. fatua deprime en el campo el contenido de N en hojas de cereales (68)

Al comparar los valores de las concentraciones de bioelementos de la paja de trigo entre los tratamientos de dosis de siembra y de infección de avenazo, encontramos en general que a igualdad de número de plantas por tiesto, existe una superior concentración de nutrientes en la paja de trigo cuando se halla sometido a competencia interespecifica en relación a cuando lo está a intraespecifica, debido también a un

"efecto de concentración" de los nutrientes, por ser el desarrollo del trigo muy inferior en caso de competencia con el avenazo.

A continuación presentamos la tabla correspondiente a la exportación de nutrientes obtenidos a partir del peso y valores analíticos de la paja de trigo

TABLA XXIV

Exportación de nutrientes por la paja de T.vulgare

Trat.	miligramos									
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
6T	99,8	28,8	729,6	67,2	23,0	3,3	23,0	5,18	1,15	0,96
8T	69,8	27,2	698,4	66,0	21,3	2,7	21,3	6,11	1,07	0,79
10T	50,8	20,7	658,0	58,3	18,8	2,6	15,0	7,52	1,22	0,56
12T	52,4	19,4	698,4	62,1	21,3	2,7	15,5	6,89	1,16	0,78
6T+2A	36,8	15,6	358,8	30,4	9,2	2,2	13,8	2,53	1,70	0,41
6T+4A	26,4	11,9	257,4	21,1	7,9	1,7	11,2	3,30	1,35	0,33
6T+6A	32,9	11,7	201,4	17,0	6,4	1,3	10,1	1,75	1,14	0,27

Comparando la exportación total de nutrientes en caso de siembra única de trigo a diversas densidades, se nota que en general ésta descende al igual que ocurría con la concentración de nutrientes, a medida que aumenta el número de plantas de trigo por tiesto, debido a la poca influencia del peso de paja obtenido, pues éste era similar a todas las dosis de siembra. Así pues, sus valores varían en igual sentido que las concentraciones en paja.

Al comparar las exportaciones entre los distintos grados de infección de avenazo y éstos con el tratamiento 6T, observamos que éstas disminuyen al aumentar la infección, debido a un superior descenso en el peso de la paja de trigo mas que a la variación en las concentraciones de bioelementos.

Comparando las exportaciones de bioelementos en paja de trigo, a igualdad de número de plantas por tizño, entre ---- siembra de trigo sin y con infección de avena loca, se observa también una inferior exportación para todos los bioelementos cuando el trigo se halla en competencia con la avena loca, debido a que fué muy superior el descenso de peso de la paja de trigo infectado que el ascenso de la concentración de bioelementos en élla como consecuencia del "efecto de concentración".

4.2. Valores analíticos de grano y exportación de nutrientes

Los valores analíticos de grano y exportación de nutrientes se presentan a continuación en las tablas XXV y XXVI.

TABLA XXV

Valores analíticos de grano de T.vulgare

Trat.	% sobre materia seca							p.p.m.		
	N	P	K	Ca	M	Na		Fe	Mn	Z
6T	3,6	0,58	0,6	0,05	0,19	0,004	0,24	60	35	85
8T	3,4	0,65	0,5	0,05	0,20	0,004	0,21	55	35	90
10T	3,1	0,62	0,6	0,05	0,18	0,004	0,20	50	40	6
12T	3,2	0,64	0,6	0,05	0,19	0,003	0,19	50	40	75
6T+2A	4,3	0,67	0,7	0,05	0,18	0,008	0,20	60	25	8
T+4A	4,2	0,56	0,6	0,05	0,19	0,004	0,22	50	30	9
6T+6A	3,9	0,65	0,7	0,05	0,19	0,006	0,22	60	30	80

Se constata la existencia de una gran homogeneidad entre los valores analíticos de cada bioelemento en grano para los diversos tratamientos de densidad de siembra de trigo.

Al igual que dijimos en el experimento anterior, al comparar la influencia de los distintos grados de infección de avena loca sobre los contenidos de bioelementos en grano de trigo en la época de siembra S₄, no observamos variación sustancial para ningún elemento, a excepción del N, que parece ocurrir cuando la nascencia del avenazo se adelanta en un día a la del trigo, pues un número creciente de plantas competidoras de dicha mala hierba no sólo afectan al peso de grano sino a su contenido en nitrógeno. Así pues, no hay "efecto

to de concentración". Sin embargo, al comparar los tres grados de infección de avenazo con el 6T, se observa que éstos proporcionan al trigo un mayor porcentaje de N en grano, quizás por "efecto de concentración", al ser menor el peso de grano al aumentar la competencia. Esto no coincide con las apreciaciones de Bowden y Friesen (19), que no obtienen en la competencia variación en el contenido proteico del grano de trigo y sólo parcialmente con los estudios de Nakoneshny y Friesen (87).

Comparando a igualdad de número de plantas por tiesto las concentraciones de grano de trigo, cuando se halla sólo o en competencia con avena loca, encontramos que existe una ligera tendencia en casi todos los bioelementos y muy clara en N, a ser superior la concentración en el grano de trigo afectado por la competencia del avenazo, a cuando no lo está, debido a un "efecto de concentración" de este bioelemento en grano, ya que era muy inferior el peso de grano cuando el trigo se hallaba con avena loca a cuando se hallaba sólo.

A continuación presentamos la tabla correspondiente a la exportación de nutrientes, obtenidos a partir del peso y valores analíticos de grano de trigo

TABLA XXVI

Exportación de nutrientes por el grano de T.vulgare

miligramos

Trat	N	P	K	Ca	M	Na	S	Fe	Mn	Zn
6T	180,0	29,0	30,0	2,5	9,5	0,200	12,0	0,300	0,175	0,12
8T	176,8	33,8	26,0	2,6	10,2	0,208	10,9	0,286	0,182	0,16
10T	217,0	43,4	42,0	3,5	12,6	0,280	14,0	0,350	0,280	0,15
12T	211,2	42,2	39,6	3,3	12,5	0,198	12,5	0,330	0,264	0,19
6T+2A	141,9	22,1	23,1	1,7	5,9	0,264	6,6	0,198	0,083	0,281
6T+4A	117,6	15,7	16,8	1,4	5,3	0,112	6,2	0,140	0,084	0,252
6T+6A	62,4	10,7	11,2	0,8	3,0	0,097	3,5	0,096	0,048	0,128

En cuanto a la exportación total de nutrientes en grano al comparar las distintas dosis de siembra de trigo, debido a que las oscilaciones en el peso de grano son muy superiores a las existentes en las concentraciones en bioelementos, está muy correlacionada con las oscilaciones de peso de grano, es decir, aumenta normalmente para todos los bioelementos al pasar de la dosis 6T a la 10T y de aquí a la 12T disminuye.

Comparando el efecto de los diversos grados de infección de avenazo y éstos con el tratamiento 6T, sobre las exportaciones de bioelementos en grano, se observa también un claro y paulatino descenso de los valores al aumentar la infección

de avenazo, pues también en este caso son superiores los descensos de peso de grano al aumentar la competencia que las oscilaciones de concentraciones. Lógicamente en caso del N se acentúan más las diferencias, pues no sólo desciende el peso de grano, sino que se ve afectada la concentración nitrogenada del mismo por competencia de los avenazos.

Al comparar por último las exportaciones de nutrientes en grano de trigo, entre este cultivo cuando se halla sólo o infectado por avena loca, a igualdad de número total de plantas por tiesto, observamos lo mismo que ocurría con la paja, una inferior exportación para todos los bioelementos en el trigo infectado, pues la variación de peso del grano fué muy inferior a las variaciones en concentración de los bioelementos, respecto a cuando el trigo se halla sin estar en competencia con el avenazo.

5. COMPARACION DEL TOTAL DE NUTRIENTES ABSORBIDOS POR LA PARTE AEREA EN AMBOS TRATAMIENTOS

Nos ha parecido conveniente hacer el cálculo del total de cada bioelemento exportado por la parte aérea de la avena loca en sus diversos grados de infección, tanto por la paja como por el grano, para así unido a las exportaciones de paja y grano de trigo con que competía, compararlas con las obtenidas por paja y grano del trigo que se hallaba sólo en los tiestos experimentales.

De este modo, y en comparación con los valores analíticos del suelo al final del ciclo biológico podremos sacar conclusiones acerca de la capacidad esquiladora del suelo de ambas asociaciones.

Dichos valores se presentan en la tabla XIII del apéndice y han sido obtenidos a partir de los contenidos o concentraciones en bioelementos y peso seco del material vegetal obtenido, al cual se presenta en la tabla XIV del apéndice.

Existen diferencias como ya citamos anteriormente muy escasas en el peso de materia seca obtenido en una especie, cuando se varia su número de plantas por tiesto, debido a que un volumen de un tipo de suelo determinado y en unas ciertas condiciones ecológicas, tiene una capacidad para producir un peso de materia vegetal. Al igual ocurre al comparar el peso vegetal entre tratamientos de trigo y avena

loca en competencia. Sin embargo, cuando comparamos el peso de paja, grano o el conjunto de ambos entre tratamientos en que se halla el trigo sólo con los que está asociado con la avena loca, encontramos que se obtiene un mayor peso vegetal cuando se hallan asociadas ambas especies. Esto está de acuerdo con los rendimientos obtenidos en las condiciones de campo, que son siempre superiores en las mezclas de cultivos que cuando están sólo, asociación de cultivos que cuando son cereales reciben el nombre de "empedrado" en la región castellana.

Si se observa, que en la mezcla trigo-avenazo hay respecto del trigo sólo un superior incremento en el peso de grano respecto al de paja, lo cual quizás suponga una lucha por la existencia y continuidad de las especies competidoras.

Al comparar las exportaciones obtenidas y expuestas en la tabla XIII del apéndice, se deduce que cuando el trigo se halla en competencia con la avena loca, la exportación conjunta por la paja de ambas especies es superior en todos los bioelementos, a excepción del Fe y la exportación por el grano es superior en Ca, Fe y Na e inferior en N, P, K, Mg, S, Mn y Z, que cuando se halla el trigo sin competencia con el avenazo.

Al comparar las exportaciones totales por la parte aérea -es decir, la sumación de las de paja y grano-, observamos que cuando se halla el trigo con avena loca, ésta es superior

or en K, Ca, Na, Mg, S y Mn, similar en N, P y Zn e inferior en Fe, que cuando el trigo se halla sin avenazo.

El no encontrar apenas diferencias en cuanto a la exportación total en N y P entre ambas asociaciones, se debe a que aunque si bien es superior ésta por la paja de ambas especies concurrentes respecto a cuando se halla el trigo sólo debido a un ligero superior peso de la paja total por tiesto y a una superior concentración de N en paja, por otro lado, la exportación de los mismos por el grano es superior cuando se halla el trigo sólo, debido a una superior concentración de los mismos en relación al peso. No existe relación entre los niveles en suelo y exportaciones totales, debido a la compleja química del P y variaciones y formas del N en el suelo.

En cuanto al K y Ca, existe sin embargo una clara correspondencia entre sus niveles en suelo y las exportaciones por la parte aérea, quedando el suelo más empobrecido en ellos cuando se halla el trigo infectado de avenazos que cuando está sólo. Esto se debe a una mayor capacidad de absorción de estos elementos por el avenazo, así como por un mayor peso vegetal producido en la asociación trigo-avenazo.

Lo mismo debía ocurrir con el Mg, pero no es así, e incluso con el Na, S y Mn, pero en este caso no puede conocerse pues estos elementos no fueron analizados en el suelo.

Resumiendo podemos decir, que en aquellos sitios en que se halle el trigo infectado con avenazos, el suelo después de

la recolección del cultivo quedará en general más empobrecido en K, Ca, Mg, Na, S y Mn, y menos en Fe que donde el trigo esté sin infectar con esta mala hierba.

V. DISCUSSION GENERAL

Se realizaron unos experimentos de competencia entre una variedad de trigo de características intermedias de capacidad de ahijamiento, duración de ciclo, productividad, etc. y una especie de avena silvestre muy característica del área mediterránea, que invade los campos de cereales y establece con el cultivo una competencia en un ambiente común.

En el primer experimento se varió la época de siembra de trigo, o lo que es igual el tiempo de nascencia respecto de la avena loca, pudiendose constatar la existencia de una evidente competencia recíproca entre ambas especies por espacio aéreo y subterráneo, así que la especie que antes nace y desarrolla forma una masa vegetal mas densa, capta mayor radiación solar para sus procesos fotosintéticos y emite primero su sistema radicular, poseyendo por tanto una mayor superficie de absorción, compitiendo con la otra especie que nace mas tardiamente con tanta mayor intensidad cuanto mayor es el tiempo que se distancia la nascencia de ambas.

Esta ventaja en el desarrollo se observa a lo largo de todo su ciclo biológico y se traduce en los valores biométricos alcanzados por ambas especies al final de dicho ciclo y muy concretamente en la altura, que fue medida meticulosamente desde la nascencia a la maduración de las plantas.

Todos los valores biométricos eran para la especie que mas adelantaba su nascencia, -normalmente el trigo-, tanto

mayores cuanto mayor era el adelantamiento y tanto menores por el contrario para la especie que al nacer se encontraba con la otra mas desarrollada, -normalmente la avena loca-.

En consecuencia, el cereal competía con la mala hierba afectándola claramente en su desarrollo así como en la producción de semillas. Esta competencia se verificaba con tanta mayor significación estadística cuanto mayor era el adelantamiento de su nascencia. Este hecho hemos podido comprobarle reiteradamente en las condiciones de campo, pues se producen nascencias escalonadas de dicho avenazo desde finales de otoño hasta principios de primavera y por tanto aquellos avenazos que nacen cuando el cultivo está desarrollado, hace que queden raquíticos y produzcan escaso número de semillas re infectantes del suelo.

Esto tiene un gran valor como control biológico y cultural de esta mala hierba, pues interesaría en los campos infectados por ésta, adelantar la siembra de trigo lo más posible, con el fin de que éste compita sino con las plántulas de avenazo nacidas de la primera semilla de cada espiguilla, si con las plántulas de la segunda semilla que suelen nacer mas retrasadas.

Por el contrario, a medida que se aproxima el tiempo de la nascencia de la avena loca al del trigo, incide de una forma mas acusada aquella sobre éste y con mayor significación estadística. Siendo mayores los valores biomé-

tricos del avenazo y menores los del trigo, cultivo que se ve fuertemente afectado en su producción de grano, tal como se ha citado frecuentemente en la bibliografía.

También se ha podido comprobar, que el paso del tratamiento de nascencia adelantada de una especie respecto de la otra, al tratamiento contrario, es decir, en que la especie antes adelantada en el tiempo era ahora la retrasada, es suficiente y crítico para que la especie que nace antes pase de ser fuerte competidora a ser fuertemente afectada cuando nace después.

Además no sólo se vieron afectados en la competencia los valores biométricos, sino el tiempo de aparición de los momentos fenológicos. Así la avena loca, al aumentar su competencia, acortaba el tiempo entre el comienzo y fin de la espigazón del trigo, con lo que se veía afectada la extensión de sus cañas y la altura final. El trigo a su vez, al aumentar la competencia con la avena loca, retrasaba la aparición de todos los momentos fenológicos de ésta.

Se pudo constatar, que la competencia del trigo respecto del avenazo, cuando se adelantaba su tiempo de nascencia respecto de la mala hierba, era especialmente por P, K y Mn, puesto que sus contenidos en paja y P en grano se veían afectados de una forma extraordinariamente significativa en la mala hierba.

Dentro del primer experimento y para cada época de siembra de trigo se le sometió a la competencia de tres grados de

infección de avena loca. Se pudo deducir, que cuanto más tiempo se retrasaba la nascencia del trigo y era mas próxima a la de la avena loca, y muy especialmente cuando ésta última nacía un día antes que el trigo, un número creciente de plantas de la mala hierba competia cada vez con mayor intensidad con el cultivo, restándole desarrollo, producción e incluso nitrógeno al grano, con lo que se veia afectado su contenido proteico.

Parece también entreverse como si el tratamiento de grado de infección de avena loca tuviera menos efectos competitivos con el trigo que el de su proximidad en el tiempo de nascencia.

Al comparar los pesos de paja y grano obtenidos al final del ciclo biológico de ambas especies, así como las relaciones peso grano/peso paja, podemos constatar que el trigo en su competencia afecta más al peso de paja que al de grano de la avena loca lo cual justifica la supervivencia de esta mala hierba en los campos cultivados de trigo, pues aunque el cereal compita con ella, la afecta relativamente más en su desarrollo que en el número de semillas producidas y con capacidad re infectadora del suelo.

Sin embargo, la avena loca en su competencia afecta más al peso de grano que de paja del trigo, lo que también nos justifica los grandes descensos de cosecha que le infringe y que han sido citados en numerosas ocasiones y países.

Según esto, si dejáramos sin intervención humana un campo en que estuvieran asociadas ambas especies y por tanto con diseminación espontánea, ocurriría una clara superioridad de la avena loca, que iría en el transcurso del tiempo eliminando paulatinamente al trigo de la comunidad.

Al igual que ocurre con otros cultivos, se han observado en general unos claros "efectos de concentración y de dilución" de los bioelementos, principalmente en paja e incluso en grano de trigo, no tanto en avena loca, pareciendo en ésta, quizás por ser silvestre, estar menos relacionada la nutrición con el desarrollo.

Sin embargo, las variaciones en peso seco de paja y grano son superiores para ambas especies, que las de concentración en bioelementos. Por tanto, en la competencia se han visto más afectados el desarrollo vegetativo y la producción de semillas que la nutrición, aun siendo lo primero una consecuencia de lo segundo, pero ocurre que la producción vegetal también depende de la absorción de agua, fotosíntesis, etc., factores que no hemos podido valorar y por los que ha existido con toda seguridad una seria competencia.

A igualdad de peso de materia seca, la avena loca posee una mayor concentración de cationes que el trigo, y éste cultivo de Zn y posiblemente P que la avena loca, siendo relativamente mayor la absorción por ésta última de cationes divalentes que de monovalentes en relación al trigo.

No creémos que la absorción de cationes esté relacionada con la capacidad de cambio radicular de ambas especies, como arguyen algunos investigadores, sino más bien con una selectividad de absorción iónica a través de transportadores enzimáticos específicos de cada ión, que según Epstein serán los responsables de la absorción, transporte y consiguiente acumulación de los iones en los tejidos, lo que da lugar a una composición mineral y unos niveles de deficiencia y toxicidad característicos de cada especie vegetal.

Por otro lado, hemos comprobado, que independientemente del tratamiento seguido para conseguir una competencia entre ambas especies, los tiestos utilizados con un volumen de suelo determinado y éste con unas ciertas propiedades físicas, químicas y biológicas, y en unas condiciones climáticas definidas, poseen una capacidad de producción vegetal conjunta para la asociación trigo-avena loca prácticamente constante.

También en caso de cultivo de trigo sólo, la productividad total no varió al aumentar la densidad de siembra. sin embargo, el peso de grano, paja y total por tiesto, fué menor en caso de trigo sólo que el obtenido con ambas especies concurrentes, lo cual está de acuerdo con los rendimientos mayores obtenidos en campo cuando se siembran dos cereales mezclados, cultivo que ha sido corriente en Castilla la Vieja y recibió el nombre de "Empedrado".

Se observa, que en la asociación trigo-avenazo, el

incremento de peso de grano es superior al de la paja, en relación al cultivo de trigo sólo, lo cual parece ser como una cierta defensa de las dos especies competidoras para multiplicarse y perpetuarse en su biotopo.

También en caso de la asociación trigo-avenazo, el suelo queda más empobrecido en K, Ca, Mg, Na, S y Mn que en caso de hallarse el trigo sólo. Lo cual sólo hemos podido comprobar para el Ca y K, por los valores analíticos del suelo al final del ciclo biológico. Sin embargo el Fe parece ser más intensamente absorbido por el trigo sólo, dada su alta concentración en paja. Este empobrecimiento del suelo se debe a la mayor capacidad general de absorción de cationes de la avena loca, especialmente K, Ca, Mg y Na, y al mayor peso de materia vegetal obtenido en la mezcla trigo-avenazo.

Con el fin de conocer si los efectos depresivos que ejercía la avena loca contra el trigo, al estar éste último sometido a diversos grados de infección de dicha mala hierba, se debían únicamente a la existencia en el tiesto de un número adicional de éstas últimas plantas, se diseñó un experimento, -del cual acabamos de hacer algunos comentarios-, en el que se comparaba la eficacia competidora de ambas especies con una de ellas, es decir el trigo.

Para ello se hicieron cuatro tratamientos de densidad de siembra de trigo, es decir, se dispusieron seis, ocho, diez y doce plantas de trigo sólo por tiesto y sus valores

biométricos y analíticos se compararon con los obtenidos del trigo sometido a los tres grados de infección de avena loca del experimento anterior en la época de siembra S_4 , es decir, cuando nacía el avenazo un día antes que el trigo.

Los resultados pusieron de manifiesto una muy superior capacidad competitiva de la avena loca con el trigo ó inter-específica, que del trigo consigo mismo ó intraespecífica. Competencia demostrable por todos los valores biométricos. Produciéndose claros "efectos de concentración" de los bio-elementos en paja y de N en grano del trigo cuando se ve afectado por el avenazo en relación a cuando vive sólo, como si para sobrevivir a la competencia de la avena loca precisara acumular reservas nutricias.

Por otro lado, de éste experimento se deduce que en caso de competencia intraespecífica del trigo, - al igual que han observado la mayor parte de los investigadores-, decrecen los valores biométricos referidos por planta. Sin embargo el peso total de paja por tiesto era similar, al variar la densidad de siembra. Además se observa en general una menor concentración de nutrientes en paja, más notoria para el nitrógeno, al aumentar la densidad de siembra, quizás relacionada con un menor número de hijos producidas, lo cual corrobora la ya conocida relación entre la nutrición nitrogenada de los cereales y la producción de tallos.

A la vista pues de las investigaciones llevadas a cabo hasta el momento, creemos de enorme interés ahondar en el campo de la competencia, especialmente entre trigo y avena

loca.

Convendrá llegar a conocer la capacidad de absorción de las distintas variedades de trigo en comparación con dicha mala hierba, además de realizar experimentos con el fin de conocer las formas de nutrición, respuesta a la fertilización, momentos críticos, bioelementos esenciales y niveles críticos de ambas especies, etc. Para ello será preciso realizar análisis periódicos del medio en que se desarrollan y de ellas mismas, así como controlar su desarrollo aéreo y radicular a lo largo de su ciclo biológico, para posteriormente hacer extensivos y aplicables a las condiciones de campo los resultados obtenidos.

Tenemos pues por delante una línea de investigación compleja pero de gran interés y que consideramos esencial para conocer mejor la biología de las especies adventicias, así como su relación con los cultivos, especialmente cerealistas, con notables implicaciones en la productividad agraria.

VI. CONCLUSIONES
=====

La total ruptura del letargo de las primeras semillas de cada espiguilla de A.sterilis se consiguió después de mantenerlas húmedas durante 11 días bajo temperaturas que oscilaban entre 7 y 9°C.

Existe una competencia mútua entre T.vulgare y A.sterilis que se produce desde el momento que conviven juntas, poseyendo la especie que antes nace una ventaja en el desarrollo que es palpable a lo largo de todo su ciclo biológico.

En la competencia que se produce por aproximación en el tiempo de nascencia de ambas especies, no sólo se ven afectados sus valores biométricos, sino sus momentos fenológicos. Así, la A.sterilis acorta el tiempo de duración de la espigazón de T.vulgare y éste retrasa la aparición de ahijado, encañado y espigado de A.sterilis.

El paso del caso en que una de las especies nace retrasada respecto de la otra, a cuando la anteriormente retrasada se anticipa en su nascencia a la otra, es suficiente y crítico para que la primera especie establezca con la segunda una gran competencia.

A medida que se retrasa la nascencia de T.vulgare y se aproxima a él la de A.sterilis, un número adicional de plan-

tas de ésta última poseen un mayor efecto depresivo sobre el cereal, sin embargo, no influyen claramente sobre el contenido de bioelementos del trigo ni avenazo..

Cuando la avena loca nace un día antes que el cereal, un aumento de su infección agudiza aún más los efectos, e incluso llega a afectar al contenido de nitrógeno del grano de trigo.

Al estudiar en conjunto la competencia variando la época de siembra de T.vulgare y grado de infección de A.sterilis observamos que a medida que aumenta la competencia del trigo con la avena loca, el contenido en bioelementos demuestra

- a) En la cosecha, un "efecto de dilución" en paja y grano, debido a su mayor peso.
- b) En la mala hierba, un "efecto de concentración" en paja y grano, al ser menor su peso. No así los contenidos en P, K y Mn en paja y P en grano, que se ven afectados de una forma extraordinariamente significativa y serán responsables del escaso desarrollo del avenazo.

La competencia que ejerce A.sterilis con T.vulgare afecta más al peso de grano que de paja de éste último. Lo que corrobora su incidencia negativa en la producción de trigo.

Por el contrario, la competencia que ejerce T.vulgare con A.sterilis, afecta más al peso de paja que de grano de la mala hierba, lo que explica su presencia y multiplicación en los campos cultivados de trigo.

Existen unos claros efectos compensatorios de los valores biométricos para cada carácter de ambas especies. Deforma, que la sumación de dichos valores en ambas especies competidoras es prácticamente constante, sea cual fuere el tratamiento seguido para conseguir la competencia.

El volumen de suelo utilizado y en las condiciones ecológicas del experimento, tuvo una producción de materia vegetal prácticamente constante

- a) En caso de T.vulgare sólo, cuando se varió la densidad de siembra.
- b) En caso de T.vulgare asociado con A.sterilis, al variar la época de siembra del primero y grado de infección de la segunda.

Sin embargo, el peso de grano, paja y total, fué superior en la asociación a cuando se hallaba el trigo sólo. Especialmente ocurre con el peso de grano, como si existiera una lucha entre ambas especies para perpetuarse en su biotopo.

Se han obtenido unos coeficientes de correlación negativos y extraordinariamente significativos entre

Número total de hijos de <u>A.sterilis</u>	y	Número total de hijos de <u>T.vulgare</u>
Peso total de paja de <u>A.sterilis</u>	y	Peso total de paja de <u>T.vulgare</u>

Peso total de paja de <u>T.vulgare</u>	y	Número total de espi- guillas de <u>A.sterilis</u>
---	---	---

Peso total de paja de <u>A.sterilis</u>	y	Peso total de grano de <u>T.vulgare</u>
--	---	--

caracteres que consideramos como más importantes en la competencia de ambas especies.

Al aumentar la competencia intraespecífica de T.vulgare a través de incrementos en su densidad de siembra, decrecen todos sus valores biométricos por planta. No así el peso total de paja por tiesto que fue similar. Produciéndose en general una menor concentración de bioelementos en paja, más notoria para el nitrógeno y quizás relacionada con el número de tallos que era menor.

No varían sin embargo perceptiblemente las concentraciones en grano.

A igualdad de peso de paja o bien de grano de ambas especies

- a) A.sterilis contiene mas cantidad de Ca, Mg, Na, y K que T.vulgare y en proporción relativamente mayor de cationes divalentes que monovalentes.
- b) T.vulgare posee mayor concentración que A.sterilis en Fe y Zn en paja y N, P y Zn en grano.

quedando en general el suelo más desabastecido de nutrientes después de una cosecha en que han convivido trigo y avena loca.

que trigo sólo, debido tanto a unas concentraciones generalmente superiores del avenazo, como a un mayor peso vegetal proporcionado por la asociación.

Las exportaciones o absorción total de bioelementos en ambas especies se hallan en general correlacionadas con los pesos de materia seca, puesto que las oscilaciones de los mismos son superiores a las de concentraciones en bioelementos. se deduce pues, que en la competencia se ven más afectados los valores biométricos que los contenidos de la planta en nutrientes.

La A.sterilis posee una superior capacidad competitiva con el T.vulgare que éste consigo mismo. Capacidad que se demuestra por los valores biométricos del trigo, que son inferiores en competencia interespecífica que en intraespecífica.

Además existe en el primer tipo de competencia respecto del segundo, un "efecto de concentración" de todos los bioelementos en paja y de nitrógeno en grano de trigo.

VII. A P E N D I C E
=====

TABLA I

Valores biométricos de T.vulgare al final de su ciclo biológico

al variar la época de siembra de T.vulgare y el grado de infección de A.sterilis

Epoca de Siembra T.vulgare	Grado de infección A.sterilis	Altura cm.	Núm. hijos tiesto	Núm. hijos planta	Núm. espig. tiesto	Núm. espig. planta	Peso paja tiesto g.	Peso paja planta g.	Peso grano tiesto g.	Peso grano planta g.	Peso grano paja g.
S ₁	D ₁ 6T+2A	106	16	2,7	16	2,7	19,5	3,2	13,3	2,22	0,68
		114	15	2,5	14	2,3	19,9	3,3	13,7	2,38	0,69
		121	16	2,7	15	2,5	18,4	3,1	11,6	1,93	0,63
		128	17	2,8	16	2,7	19,4	3,2	13,1	2,13	0,68
	D ₂ 6T+4A	121	15	2,5	14	2,3	19,5	3,2	11,2	1,87	0,57
		104	17	2,8	15	2,5	19,3	3,2	14,6	2,43	0,75
		115	16	2,7	16	2,7	19,1	3,1	10,9	1,82	0,57
		113	15	2,5	15	2,5	20,0	3,3	12,5	2,08	0,63
	D ₃ 6T+6A	108	15	2,5	15	2,5	19,5	3,2	12,9	2,15	0,66
		123	13	2,2	13	2,2	19,4	3,2	10,8	1,80	0,56
		107	15	2,5	15	2,5	20,9	3,5	13,3	2,22	0,64
		112	14	2,3	14	2,3	19,3	3,2	12,2	2,03	0,63
S ₂	D ₁ 6T+2A	102	13	2,2	13	2,2	17,0	2,8	10,3	1,72	0,61
		107	16	2,7	14	2,3	18,0	3,0	11,6	1,93	0,64
		106	14	2,3	14	2,3	17,4	2,9	10,9	1,82	0,63
		109	15	2,5	15	2,5	19,3	3,2	12,4	2,07	0,64
	D ₂ 6T+4A	105	14	2,3	14	2,3	18,0	3,0	9,0	1,50	0,50
		103	17	2,8	14	2,3	16,4	2,7	10,2	1,70	0,62
		103	15	2,5	15	2,5	17,1	2,8	10,5	1,75	0,61
		108	14	2,3	15	2,5	18,4	3,1	10,5	1,75	0,57
	D ₃ 6T+6A	88	14	2,3	13	2,2	13,4	2,2	7,7	1,28	0,57
		105	13	2,3	14	2,3	15,7	2,6	10,7	1,78	0,68
		95	15	2,5	13	2,2	14,3	2,4	9,2	1,53	0,64
		106	13	2,2	13	2,2	17,2	2,9	9,5	1,58	0,55

....

TABLA I (cont.)

Epoca de Siembra T.vulgare	Grado de infección A.sterilis	Altura cm.	Núm. hijos tiesto	Núm. hijos planta	Núm. espig. tiesto	Núm. espig. planta	Peso paja tiesto g.	Peso paja planta g.	Peso grano tiesto g.	Peso grano planta g.	Peso grano paja g.
S ₃	D ₁ 6T+2A	97	16	2,7	14	2,3	15,6	2,6	8,1	1,35	0,52
		100	18	3,0	16	2,7	15,8	2,6	8,3	1,38	0,53
		100	16	2,7	15	2,5	15,3	2,5	7,0	1,17	0,46
		100	19	3,1	17	2,8	17,4	2,9	7,4	1,23	0,43
	D ₂ 6T+4A	96	14	2,3	11	1,8	15,9	2,7	5,4	0,90	0,34
		102	17	2,8	13	2,2	14,0	2,3	6,0	1,00	0,43
		97	15	2,5	15	2,5	14,1	2,4	7,3	1,22	0,52
		99	17	2,8	12	2,0	14,0	2,3	5,4	0,90	0,39
	D ₃ 6T+6A	83	13	2,2	10	1,7	11,1	1,9	5,0	0,83	0,45
		98	16	2,7	11	1,8	13,9	2,3	6,5	1,08	0,47
		91	16	2,7	11	1,8	11,0	1,9	5,4	0,90	0,49
		98	12	2,0	10	1,7	11,9	2,0	4,8	0,80	0,40
S ₄	D ₁ 6T+2A	89	9	1,5	6	1,0	9,5	1,6	3,3	0,56	0,35
		86	11	1,8	6	1,0	9,4	1,6	3,2	0,53	0,34
		91	9	1,5	7	1,1	8,6	1,4	3,2	0,53	0,37
		90	9	1,5	6	1,0	9,3	1,5	3,4	0,57	0,37
	D ₂ 6T+4A	83	8	1,3	6	1,0	8,4	1,4	2,8	0,47	0,33
		81	9	1,5	6	1,0	6,5	1,1	3,4	0,57	0,52
		78	7	1,2	6	1,0	6,9	1,2	2,8	0,47	0,41
		80	6	1,0	6	1,0	4,7	0,8	2,3	0,38	0,49
	D ₃ 6T+6A	71	6	1,0	4	0,7	5,7	0,9	0,8	0,13	0,14
		81	6	1,0	6	1,0	6,1	1,0	1,9	0,32	0,31
		77	7	1,2	5	0,8	4,7	0,8	1,5	0,25	0,32
		83	6	1,0	6	1,0	4,8	0,8	2,1	0,33	0,44

TABLA II

Valores biométricos de A.sterilis al final de su ciclo biológico
al variar la época de siembra de T.vulgare y el grado de infección de A.sterilis

Epoca de Siembra T.vulgare	Grado de infección A.sterilis	Altura cm.	Núm. hijos tiesto	Núm. hijos planta	Núm. espig. tiesto	Núm. espig. planta	Peso paja tiesto g.	Peso paja planta g.	Peso grano tiesto g.	Peso grano planta g.	Peso grano paja
S ₁	D ₁ 6T+2A	53	2	1,0	7	3,5	1,2	0,6	0,66	0,33	0,55
		66	2	1,0	6	3,0	0,5	0,2	0,63	0,32	1,26
		50	2	1,0	5	2,5	0,7	0,4	0,25	0,13	0,36
		65	2	1,0	6	3,0	0,9	0,5	0,41	0,21	0,46
	D ₂ 6T+4A	48	5	1,3	11	2,8	1,2	0,3	0,70	0,18	0,58
		54	4	1,0	12	3,0	2,4	0,6	0,87	0,22	0,36
		55	9	2,3	18	4,5	2,7	0,7	1,24	0,31	0,46
		18	4	1,0	12	3,0	1,5	0,4	0,87	0,22	0,58
	D ₃ 6T+6A	66	6	1,0	15	2,5	3,5	0,6	1,15	0,19	0,33
		10	6	1,0	14	2,3	2,4	0,4	1,17	0,20	0,49
		36	8	1,3	12	2,0	1,5	0,2	0,87	0,15	0,58
		38	6	1,0	13	2,2	1,9	0,3	1,04	0,17	0,55
S ₂	D ₁ 6T+2A	71	2	1,0	9	4,5	1,8	0,9	0,86	0,43	0,48
		72	3	1,5	8	4,0	2,3	1,2	0,83	0,41	0,36
		67	5	2,5	7	3,5	2,7	1,3	0,67	0,34	0,25
		66	3	1,5	14	7,0	2,9	1,5	1,25	0,62	0,43
	D ₂ 6T+4A	62	9	2,3	11	2,8	5,5	1,4	0,93	0,23	0,17
		67	4	1,0	11	2,8	2,9	0,7	0,87	0,22	0,30
		68	4	1,0	15	3,8	2,4	0,6	1,53	0,38	0,64
		57	7	1,8	10	2,5	2,9	0,7	1,10	0,20	0,38
	D ₃ 6T+6A	72	6	1,0	23	3,8	7,2	1,2	2,19	0,37	0,30
		65	6	1,0	17	2,8	3,4	0,6	1,67	0,28	0,49
		63	11	1,8	18	3,0	4,8	0,8	1,51	0,25	0,31
		61	6	1,0	16	2,7	5,4	0,9	1,37	0,23	0,25

.../...

TABLA II (cont.)

Epoca de Siembra T.vulgare	Grado de infección A.sterilis	Altura cm.	Núm. hijos tiesto	Núm. hijos planta	Núm. espig. tiesto	Núm. espig. planta	Peso paja g.	Peso grano tiesto g.	Peso grano planta g.	Peso grano paja g.	Peso grano paja g.
S ₃	D ₁ 6T+2A	56	4	2,0	26	13,0	5,6	2,8	2,45	1,22	0,44
		76	3	1,5	12	6,0	3,2	1,6	0,95	0,48	0,30
		81	4	2,0	7	3,5	4,0	2,0	0,57	0,29	0,14
		87	3	1,5	20	10,0	4,0	2,0	2,10	1,05	0,53
	D ₂ 6T+4A	70	4	1,0	11	2,8	5,5	1,4	0,77	0,19	0,14
		73	4	1,0	17	4,3	6,6	1,7	1,52	0,38	0,23
		80	4	1,0	22	5,5	6,0	1,5	1,88	0,47	0,31
		61	7	1,8	25	6,2	6,2	1,6	2,12	0,53	0,34
	D ₃ 6T+6A	68	9	1,5	19	3,2	11,3	1,9	1,34	0,22	0,12
		68	6	1,0	9	1,5	7,7	1,3	0,63	0,11	0,08
		65	8	1,3	21	3,5	9,0	1,5	1,31	0,22	0,15
		72	6	1,0	14	2,3	4,8	0,8	0,85	0,14	0,18
S ₄	D ₁ 6T+2A	85	8	4,0	0	0,0	10,0	5,0	0,00	0,00	0,00
		94	9	4,5	35	17,5	13,6	6,8	3,24	1,62	0,24
		91	9	4,5	11	5,5	12,6	6,3	0,78	0,39	0,06
		102	6	3,0	29	14,5	9,8	4,9	2,66	1,33	0,27
	D ₂ 6T+4A	87	9	2,2	41	10,3	14,3	3,6	2,90	0,73	0,20
		80	10	2,5	11	2,8	12,7	3,2	0,79	0,20	0,06
		95	10	2,5	28	7,0	15,2	3,8	1,90	0,47	0,13
		82	12	3,0	26	6,5	13,2	3,3	1,80	0,45	0,14
	D ₃ 6T+6A	85	10	1,7	36	6,0	13,3	2,2	2,66	0,44	0,20
		91	8	1,3	22	3,7	14,6	2,4	1,61	0,27	0,11
		79	13	2,2	35	5,8	19,6	3,3	2,90	0,48	0,15
		83	12	2,0	19	3,2	16,5	2,8	1,25	0,21	0,08

TABLA III

Valores analíticos del suelo al final del ciclo biológico
al variar la época de siembra de T.vulgare y el grado de infección de A.sterilis

Epoca de Siembra T.vulgare	Grado de infección A.sterilis	pH H ₂ O	pH CLK	CO ₃ %	M.O. %	N %	C/N	Ca	Mg	P2O5	K ₂ O
S ₁	D ₁	7,60	6,95	1	2,28	0,106	12,5	370	22	250	95
	D ₂	7,60	6,95	1	2,18	0,119	10,5	360	22	265	90
	D ₃	7,60	6,95	1	2,38	0,115	12,0	370	22	265	90
S ₂	D ₁	7,65	6,95	1	2,31	0,119	11,2	360	22	295	95
	D ₂	7,65	6,95	1	2,15	0,123	10,1	370	22	280	90
	D ₃	7,65	6,95	1	2,15	0,107	11,6	340	21	290	85
S ₃	D ₁	7,60	6,95	1	2,18	0,114	11,1	350	22	315	90
	D ₂	7,65	6,90	1	2,28	0,106	12,5	360	21	270	90
	D ₃	7,60	6,90	1	2,15	0,108	11,5	360	22	280	90
S ₄	D ₁	7,55	6,95	1	2,24	0,121	10,7	350	21	270	85
	D ₂	7,55	6,90	1	2,28	0,124	10,7	360	22	280	85
	D ₃	7,50	6,80	1	2,21	0,113	11,3	350	21	290	80

TABLA IV

Valores analíticos de la paja de T.vulgare

Trata- miento		% sobre materia seca							p.p.m.		
		N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	D ₁	0,33	0,05	3,1	0,26	0,08	0,020	0,14	250	60	40
	D ₂	0,21	0,05	2,9	0,24	0,09	0,016	0,08	275	75	40
	D ₃	0,25	0,05	3,0	0,26	0,09	0,020	0,08	340	65	40
S ₂	D ₁	0,21	0,07	3,1	0,25	0,08	0,018	0,11	205	65	40
	D ₂	0,23	0,08	3,0	0,24	0,09	0,015	0,07	330	95	40
	D ₃	0,36	0,08	3,5	0,29	0,09	0,019	0,09	275	90	45
S ₃	D ₁	0,44	0,09	3,8	0,30	0,09	0,020	0,11	310	110	45
	D ₂	0,36	0,12	3,7	0,28	0,10	0,020	0,09	265	105	45
	D ₃	0,38	0,12	3,8	0,30	0,10	0,023	0,11	290	125	45
S ₄	D ₁	0,40	0,17	3,9	0,33	0,10	0,024	0,15	275	185	45
	D ₂	0,40	0,18	3,9	0,32	0,12	0,025	0,17	500	205	50
	D ₃	0,62	0,22	3,8	0,32	0,12	0,025	0,19	330	215	50

TABLA V

Valores analíticos de la paja de A.sterilis

Trata- miento		% sobre materia seca							p.p.m.		
		N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	D ₁	1,10	0,08	4,7	2,50	0,24	0,52	0,14	230	90	80
	D ₂	1,10	0,07	4,2	1,20	0,23	0,40	0,16	375	110	30
	D ₃	1,10	0,07	4,5	1,20	0,23	0,39	0,19	345	110	35
S ₂	D ₁	1,10	0,09	4,9	1,20	0,27	0,37	0,14	260	115	35
	D ₂	0,95	0,12	4,5	0,90	0,27	0,30	0,20	245	110	35
	D ₃	0,70	0,10	5,1	0,90	0,27	0,29	0,20	220	110	35
S ₃	D ₁	0,87	0,17	5,2	0,88	0,26	0,36	0,19	170	105	30
	D ₂	0,61	0,14	5,1	0,70	0,26	0,26	0,15	175	115	30
	D ₃	0,90	0,15	5,1	0,74	0,27	0,25	0,20	185	115	30
S ₄	D ₁	0,70	0,16	6,4	0,70	0,24	0,24	0,17	190	160	30
	D ₂	0,68	0,17	6,6	0,74	0,26	0,24	0,14	195	190	35
	D ₃	0,69	0,17	6,7	0,76	0,27	0,23	0,24	190	195	35

TABLA VI

Exportación total de nutrientes por la paja de T.vulgare

Trata- miento		miligramos									
		N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	D ₁	63,7	9,7	598,3	50,2	15,4	3,9	27,0	4,8	1,15	0,77
	D ₂	40,9	9,8	565,5	46,8	17,6	3,1	15,6	5,4	1,46	0,78
	D ₃	49,5	9,9	594,0	51,5	17,8	4,0	15,8	6,7	1,29	0,79
S ₂	D ₁	37,6	12,5	554,9	44,8	14,3	3,2	19,7	3,7	1,16	0,72
	D ₂	40,3	14,0	525,0	42,0	15,8	2,6	12,2	5,8	1,66	0,70
	D ₃	54,7	12,2	532,0	44,1	13,7	2,9	13,7	4,2	1,37	0,68
S ₃	D ₁	70,4	14,4	608,0	48,0	14,4	3,2	17,6	5,0	1,76	0,72
	D ₂	52,2	17,4	536,5	40,6	14,5	2,9	13,1	3,8	1,52	0,65
	D ₃	45,6	14,4	456,0	36,0	12,0	2,8	13,2	3,5	1,50	0,54
S ₄	D ₁	36,8	15,6	358,8	30,4	9,2	2,2	13,8	2,5	1,70	0,41
	D ₂	26,4	11,9	257,4	21,1	7,9	1,7	11,2	3,3	1,35	0,33
	D ₃	32,9	11,7	201,4	17,0	6,4	1,3	10,1	1,7	1,14	0,27

TABLA VII

Exportación total de nutrientes por la paja de A.sterilis

Trata- miento		miligramos									
		N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	D ₁	8,8	0,6	37,6	20,0	1,9	4,2	1,1	0,18	0,07	0,06
	D ₂	22,0	1,4	84,0	24,0	4,5	8,0	3,2	0,75	0,22	0,06
	D ₃	25,3	1,6	103,5	27,6	5,3	9,0	4,4	0,79	0,25	0,08
S ₂	D ₁	26,4	2,2	117,6	28,8	6,5	8,9	3,4	0,62	0,28	0,08
	D ₂	32,3	4,1	153,0	30,6	9,2	10,2	6,8	0,83	0,37	0,12
	D ₃	36,4	5,2	265,2	46,8	14,0	15,1	10,4	1,14	0,57	0,17
S ₃	D ₁	36,5	7,1	218,4	37,0	10,9	15,1	8,0	0,71	0,44	0,13
	D ₂	37,2	8,5	311,1	42,7	15,9	15,9	9,2	1,07	0,70	0,18
	D ₃	73,8	12,3	418,2	60,7	22,1	20,5	16,4	1,52	0,94	0,25
S ₄	D ₁	80,5	18,4	736,0	80,5	27,6	27,6	19,6	2,19	1,84	0,35
	D ₂	94,5	23,6	917,4	102,9	36,1	33,4	19,5	2,71	2,64	0,49
	D ₃	110,4	27,2	1072,0	121,6	43,2	36,8	38,4	3,04	3,12	0,56

TABLA VIII

Valores analíticos del grano de T.vulgare

Trata- miento		% sobre materia seca							p.p.m.		
		N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	D ₁	2,6	0,55	0,60	0,040	0,16	0,007	0,17	40	25	55
	D ₂	2,5	0,54	0,60	0,040	0,16	0,007	0,17	35	25	55
	D ₃	2,5	0,54	0,60	0,040	0,16	0,007	0,24	40	20	55
S ₂	D ₁	2,7	0,56	0,70	0,040	0,15	0,007	0,16	40	25	55
	D ₂	2,9	0,56	0,70	0,040	0,15	0,006	0,20	45	20	60
	D ₃	3,3	0,60	0,70	0,040	0,16	0,007	0,23	55	20	65
S ₃	D ₁	3,7	0,64	0,70	0,040	0,17	0,009	0,23	60	25	70
	D ₂	3,4	0,64	0,80	0,050	0,17	0,008	0,17	50	25	65
	D ₃	4,0	0,68	0,80	0,050	0,18	0,010	0,21	50	25	80
S ₄	D ₁	4,3	0,67	0,70	0,050	0,18	0,008	0,20	60	25	85
	D ₂	4,2	0,56	0,60	0,050	0,19	0,004	0,22	50	30	90
	D ₃	3,9	0,67	0,70	0,050	0,19	0,006	0,22	60	30	80

TABLA IX

Valores analíticos del grano de A.sterilis

Trata- miento		% sobre materia seca							p.p.m.		
		N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	D ₁	1,9	0,35	1,7	0,33	0,14	0,027	0,18	295	55	45
	D ₂	2,4	0,39	1,1	0,33	0,16	0,030	0,16	290	55	50
	D ₃	2,1	0,39	1,0	0,29	0,16	0,030	0,16	250	55	45
S ₂	D ₁	2,1	0,37	1,2	0,34	0,16	0,035	0,20	290	60	40
	D ₂	2,0	0,39	1,1	0,29	0,17	0,036	0,21	340	55	45
	D ₃	2,0	0,41	0,9	0,28	0,16	0,021	0,20	200	55	45
S ₃	D ₁	2,4	0,41	1,7	0,31	0,16	0,036	0,19	220	55	40
	D ₂	1,9	0,41	1,0	0,24	0,16	0,024	0,21	255	50	40
	D ₃	2,4	0,41	1,0	0,25	0,16	0,023	0,21	230	40	50
S ₄	D ₁	2,3	0,43	1,0	0,26	0,16	0,021	0,12	270	45	40
	D ₂	2,2	0,43	1,3	0,29	0,16	0,037	0,20	250	40	50
	D ₃	2,2	0,44	0,9	0,26	0,16	0,019	0,21	160	40	50

TABLA X

Exportación total de nutrientes por el grano de T.vulgare

		miligramos									
Trata-	amiento	N	P	K	Ca	M	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	D ₁	335,4	71,0	77,4	5,2	20,6	0,90	21,9	0,52	0,32	0,71
	D ₂	307,5	66,4	73,8	4,9	19,7	0,86	20,9	0,43	0,31	0,68
	D ₂	307,5	66,4	73,8	4,9	19,7	0,86	29,5	0,49	0,25	0,68
S ₂	D ₁	305,1	63,3	79,1	4,5	17,0	0,79	18,1	0,45	0,28	0,52
	D ₂	292,9	56,6	70,7	4,0	15,2	0,61	20,2	0,45	0,20	0,51
	D ₃	306,9	55,8	65,1	3,7	14,9	0,65	21,4	0,51	0,19	0,60
S ₃	D ₁	284,9	49,3	53,9	3,1	13,1	0,69	17,7	0,46	0,19	0,54
	D ₂	204,0	38,4	48,0	3,0	10,2	0,48	10,2	0,30	0,15	0,39
	D ₂	216,0	36,7	43,2	2,7	9,7	0,54	11,3	0,27	0,14	0,43
S ₄	D ₁	141,9	32,1	23,1	1,7	5,9	0,26	6,6	0,20	0,08	0,28
	D ₂	117,6	15,7	16,8	1,4	5,3	0,11	6,2	0,14	0,08	0,25
	D ₂	62,4	10,7	11,2	0,8	3,0	0,10	3,5	0,10	0,05	0,13

TABLA XI

Exportación total de nutrientes por el grano de A.sterilis

		miligramos									
Trata-	amiento	N	P	K	Ca	M	Na	S	Fe	Mn	Zn
S ₁	D ₁	9,5	1,8	8,5	1,7	0,7	0,14	0,9	0,15	0,03	0,02
	D ₂	22,0	3,6	10,1	3,0	1,5	0,28	1,5	0,27	0,05	0,05
	D ₃	22,2	4,1	10,6	3,1	1,7	0,32	1,7	0,27	0,06	0,05
S ₂	D ₁	18,9	3,3	10,8	3,1	1,4	0,32	1,8	0,26	0,05	0,04
	D ₂	22,2	4,3	12,2	3,2	1,9	0,40	2,3	0,38	0,06	0,05
	D ₃	33,8	6,9	15,2	4,7	2,7	0,35	3,4	0,34	0,09	0,08
3	D ₁	36,5	6,2	25,8	4,7	2,4	0,55	2,9	0,33	0,08	0,06
	D ₂	29,8	7,8	15,7	3,8	2,5	0,38	3,3	0,40	0,08	0,06
	D ₃	24,7	4,2	10,7	2,7	1,7	0,25	2,2	0,25	0,04	0,05
S ₄	D ₁	38,4	7,2	16,7	4,3	2,7	0,35	2,0	0,45	0,08	0,07
	D ₂	40,7	8,0	24,1	5,4	3,0	0,68	3,7	0,46	0,07	0,09
	D ₃	46,4	9,3	19,0	5,5	3,4	0,40	4,4	0,34	0,08	0,11

Densidad de siembra T.vulgare	Altura cm.	Núm. hijos tiesto	Núm. hijos planta	Núm. espig. tiesto	Núm. espig. planta	Peso paja tiesto g.	Peso paja planta g.	Peso grano tiesto g.	Peso grano planta g.	Peso grano paja g.
6T	79	17	2,8	11	1,8	20,6	3,4	2,3	0,38	0,11
	87	21	3,5	18	3,0	18,2	3,0	6,7	1,12	0,36
	89	20	3,3	14	2,3	18,9	3,2	6,2	1,03	0,33
	88	23	3,8	10	1,7	18,9	3,2	4,9	0,81	0,26
8T	90	19	2,4	13	1,6	20,6	2,6	4,3	0,54	0,21
	97	22	2,8	15	1,9	21,1	2,6	5,1	0,64	0,24
	98	17	2,1	15	1,9	17,4	2,2	6,1	0,77	0,35
	89	19	2,4	17	2,1	18,4	2,3	5,2	0,65	0,28
10T	98	18	1,8	18	1,8	17,7	1,8	7,5	0,75	0,42
	102	17	1,7	27	1,7	19,1	1,9	6,8	0,68	0,35
	97	18	1,8	17	1,7	19,1	1,9	6,6	0,66	0,34
	97	16	1,6	16	1,6	19,2	1,9	7,0	0,70	0,36
12T	94	21	1,7	17	1,4	21,2	1,8	7,3	0,60	0,34
	95	19	1,6	15	1,3	18,7	1,5	6,4	0,53	0,34
	96	16	1,3	15	1,1	18,4	1,5	6,1	0,51	0,33
	97	15	1,3	14	1,1	19,2	1,6	6,6	0,55	0,34

TABLA XIII

Exportación total de nutrientes por la parte aérea (mg.)

Bio.	Trat.	P A J A		TOTAL	G R A N O		TOTAL	TOTAL	Trat.	TOTAL	TOTAL	TOTAL
		T.vulgare	A.sterilis	PAJA	T.vulgare	A.sterilis	GRANO	TRAT.			PAJA	TOTAL
											T.vulgare	TRAT.
N	-	-	-	-	-	-	-	-	6T	-	99,8	279,8
	6T+2A	36,8	80,5	117,3	141,9	38,6	180,5	297,8	8T	297,8	69,8	246,6
	6T+4A	26,4	94,5	120,9	117,6	40,7	158,3	279,2	10T	279,2	50,8	267,8
	6T+6A	32,9	110,4	143,3	62,4	46,4	108,8	252,1	12T	252,1	52,4	263,6
P	-	-	-	-	-	-	-	-	6T	-	28,8	57,8
	6T+2A	15,6	18,4	34,0	22,1	7,2	29,3	63,3	8T	63,3	27,2	61,0
	6T+4A	11,9	23,6	35,5	15,7	8,0	23,7	59,2	10T	59,2	20,7	64,1
	6T+6A	11,7	27,2	38,9	10,7	9,3	20,0	58,9	12T	58,9	19,4	61,6
K	-	-	-	-	-	-	-	-	6T	-	729,6	759,6
	6T+2A	358,8	736,0	1094,8	23,1	16,7	39,8	1134,6	8T	1134,6	698,4	724,4
	6T+4A	257,4	917,4	1174,8	16,8	24,0	40,8	1215,6	10T	1215,6	658,0	700,0
	6T+6A	201,4	1072,0	1273,4	11,2	19,0	30,2	1303,6	12T	1303,6	698,4	738,0

..... /

Bio.	Trat	P A J A		TOTAL		G R A N O		TOTAL		TOTAL		TOTAL TOTAL	
		T.vulgare A.sterilis		PAJA		F.vulgare A.sterilis		GRANO		TRAT.		PAJA GRANO	
													TRAT.
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6T	67,2 2,5 69,7
Ca	6T+2A	30,4	80,5	110,9	1,7	4,3	6,0	116,9	8T	66,0	2,6	68,6	
	6T+4A	21,1	102,9	124,0	1,4	5,4	6,8	130,8	10T	58,3	3,5	61,5	
	6T+6A	17,0	121,6	138,6	0,8	5,5	6,3	144,9	12T	62,1	3,3	65,4	
	-	-	-	-	-	-	-	-	6T	23,0	9,5	32,5	
Mg	6T+2A	9,2	27,6	36,8	5,9	2,7	8,6	45,3	8T	21,3	10,4	31,7	
	6T+4A	7,9	36,1	44,0	5,3	3,0	8,3	52,3	10T	18,8	12,6	31,4	
	6T+6A	6,4	43,2	49,6	3,0	3,4	6,4	56,0	12T	21,3	12,5	33,8	
	-	-	-	-	-	-	-	-	6T	3,3	0,20	3,50	
Na	6T+2A	2,2	27,6	29,8	0,26	0,35	0,61	30,41	8T	2,7	0,21	2,91	
	6T+4A	1,7	33,4	35,1	0,11	0,68	0,79	35,89	10T	2,6	0,28	2,88	
	6T+6A	1,3	36,8	38,1	0,10	0,40	0,50	38,60	12T	2,7	0,20	2,90	
	-	-	-	-	-	-	-	-	6T	23,0	12,0	35,0	
S	6T+2A	13,8	19,6	33,4	6,6	2,9	8,6	42,0	8T	21,3	10,9	32,2	
	6T+4A	11,2	19,5	30,7	6,2	3,7	9,9	40,6	10T	15,0	14,0	29,0	
	6T+6A	10,1	38,4	48,5	3,5	4,4	7,9	56,4	12T	15,5	12,5	28,0	

..... /

TABLA XIII (cont.)

Bio	Trat.	P A J A T. vulgare A. sterilis	TOTAL PAJA	G R A N O T. vulgare A. sterilis	TOTAL GRANO	TOTAL TRAT.	Trat.	TOTAL TOTAL PAJA GRANO T. vulgare	TOTAL TOTAL TRAT.
Fe	-	-	-	-	-	-	6T	5,18 0,300	5,480
	6T+2A	2,53	4,72	0,198	0,450	0,648	8T	6,11 0,286	6,39
	6T+4A	3,30	6,01	0,149	0,462	0,611	10T	7,52 0,350	7,870
	6T+6A	1,75	4,79	0,096	0,338	,434	12T	6,89 0,330	7,220
Mn	-	-	-	-	-	-	6T	1,2 0,175	1,325
	6T+2A	1,70	3,50	0,083	0,075	0,158	8T	1,1 0,182	1,282
	6T+4A	1,35	3,95	0,084	0,074	0,158	10T	1,2 0,280	1,480
	6T+6A	1,14	4,24	0,048	0,084	0,132	12T	1,2 0,264	1,464
Zn	-	-	-	-	-	-	6T	0,96 0,425	1,385
	6T+2A	0,41	0,76	0,280	0,067	0,347	8T	0,78 0,468	1,248
	6T+4A	0,33	0,82	0,252	0,093	0,348	10T	0,56 0,455	1,015
	6T+6A	0,27	0,83	0,128	0,106	0,234	12T	0,78 0,495	1,275

TABLA XIV

Rendimientos comparativos de paja, grano y totales (g.)

Trat.	PAJA T.vulgare A.sterilis	TOTAL PAJA	GRANO T.vulgare A.sterilis	TOTAL GRANO	TOTAL TRAT.	Trat.	TOTAL PAJA T.vulgare	TOTAL GRANO	TOTAL TRAT.
-	-	-	-	-	-	6T	19,2	5,0	24,2
6T+2A	15,6	20,36	8,8	9,94	30,30	8T	19,4	5,2	24,6
6T+4A	14,5	20,86	7,8	9,16	30,02	10T	18,8	7,0	25,8
6T+6A	13,1	21,08	7,1	8,57	29,65	12T	19,4	6,6	26,0

VIII. BIBLIOGRAFIA
=====

- (1).- ABEL, A.L. 1968. The world wild oat problem. Wild oat Symposium.
- (2).- AMARO, P. 1972. Apontamentos do curso libre de herbologia. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.
- (3).- AMARO, P.; GUERREIRO, A.R. 1971. Infestantes de maior importancia nas searas de trigo em Portugal. 1ª Simp. Nac. de Herbologia. vol I. Oeiras.
- (4).- ARZADUM, J.F. 1971. El metoxuron, nuevo herbicida selectivo para cereales. 1ª Simp. Nac. de Herbicidas Tomo I. Don. Gral. Agricultura y Sind. Nac. Ind. Quimicas. Madrid.
- (5).- BACHTHALER, G. 1971. The influence of drill width and sowing rate on the yield and quality of winter wheat under different ecological conditions. Zeitsch. für Ack. Pfla, 134: 25-41.
- (6).- BANTING, J.D. 1962. The dormancy behavior of *Avena fatua* L. in cultivated soil. Can. J. Plant Sci. 42: 22-39.
- (7).- BANTING, J. D. 1966. Studies on the persistence of *A. fatua*. Can. J. Plant Sci. 46: 129-140.
- (8).- BARRALIS, G. 1961. Distribution et état d'infestation des graminées adventices en France, 1ª Conf, Cm. franç. mauv. herbes (COLUMA), pp. 7.

- (9).- BARRALIS, G. 1965. La germination des folles avoines.
Ann. Epiphyties. 16: 295-314.
- (10).- BATE, P.G.; ELLIOT, J.G.; WILSON, B.J.. 1970. The effect
of barley population and row width on the growth
of *Avena fatua*, wild oat. Proc. 10 th. Br. Weed
Control Conf. 826-830.
- (11).- BAXA, F.; ŠIMČÁK, P. 1972. Influence of plant density on
winter wheat. Acta Fytotechnica 23: 123-132.
- (12).- BEAR, F.E. 1963. Química del suelo. Edic. Interciencia.
Madrid.
- (13).- BELL, A.R.; NALEWAJA, J.D. 1967. Wild oats cost more to
keep than to control. N. Dak. Fm. Res. 25: 7-9.
- (14).- BELL, A.R.; NALEWAJA, J.D. 1968. Competition of wild oat
in wheat and barley. Weed Sci. 16: 505-509.
- (15).- BEREZOVSKII, M.Y.; SMIRNOV, B.A. 1967. The function of
phosphates in improving the efficiency of her-
bicides. Khimya Sel' Khoz, 5: 35-38.
- (16).- BIBBEY, R.O. 1948. Physiological studies of weed seed
germination. Plant Physiol. 23: 467-484.
- (17).- BLACKMAN, G.E.; TEMPLEMAN, W.G. 1938. The nature of the
competition between cereal crops and annual
weeds. J. Agric. Sci, 28: 247-271.

- (18).- BLEASDALE, J.K.A. 1960. Studies on plant competition.
Chapt. of The biology of weeds. pp 133-142.
Blackwell Sci. Publ. Oxford.
- (19).- BOWDEN, B.A.; FRIESEN, G. 1967. Competition of wild oat
(*Avena fatua* L.) in wheat and flax. Weed. Res.
G. B. 7: 349-359.
- (20).- BRESLIN, F.J. 1974. The effect of repeated annual appli-
cation of benzoylprop-ethyl on populations of
Avena fatua and *Avena ludoviciana* in winter
wheat. Proc. 12 th Br. Weed Control Conf. pp.
893-900.
- (21).- BROWN, D.A. 1955. Effect of competition of wild oats
on yields of wheat. Res. Rep. 12 th N. Central
Weed Control Conf. pp, 58.
- (22).- BROWN, D.A. 1956. Cultural control of wild oats. Res.
Rep. 13 th N. Central Weed Control Conf. 47-48.
- (23).- BUDD, A.C.; CHEPIL, W.S.; DOUGHTY, J.L. 1954. Germina-
tion of weed seeds. Can. J. Agric. Sci. 34:18-27.
- (24).- BULLEN, E.R. 1966. Wild oats. The million acre menace.
Emr. Stk. Breed. 80 (4001) 39.
- (25).- CLARKE, G.L. 1972. Elementos de Ecologia. Edit. Omega
Barcelona.
- (26).- CLEMENTS, F.E.; WEAVER, J.E.; HANSON, H. 1929. Plant
competition. Carnegie Inst. of Washington.

- (27).- COFFMAN, F.A.; STANTON, T.R. 1938. Variability in germination of freshly harvested Avena. J. Agric. Res. 57: 57-72.
- (28).- CÖIC, Y. 1964. Sur le déterminisme de l'absorption des cations minéraux par les genres et espèces végétales. Influence de la localisation du métabolisme de l'Azote. C. R. Acad. Agric. Fr. 50 (11): 925-932.
- (29).- COURTNEY, A.D. 1973. Wild oats in Northern Ireland - action year. Agric. in N. Ireland 4: 354-355.
- (30).- CUMMING, B.G.; HAY, J.R. 1958. Light and dormancy in wild oats (A.fatua L.). Nature 182:609-610.
- (31).- CHANCELLOR, R.J. 1969. Competition between wild oats and cereals. 3rd. Coll. on Weed Biology. Grignon.
- (32).- CHANCELLOR, R.J.; PETERS, N.C.B. 1970. Seed production by A.fatua, populations in various crops. Proc. 10 th Br. Weed Control Conf. 7-11.
- (33).- DADD, C.V. 1957a. Wild Oats. Field Crops Abs. 10:1-10
- (34).- DADD, C.V. 1957b. Wild Oats. The field problem. Proc. 3rd. Brit. Weed Control Conf. 43-47.
- (35).- DEW, D.A. 1972. An index of competition for estimating crop loss due to weeds, Can.J.Plant Sci. 52: 921-927.

- (36).- DORDIO, J.J.F.B. 1970. Balancos, infestantes das searas de trigo. Rel. final Curso eng. agrónomo. ISA. Lisboa.
- (37).- DRAKE, M.; VENGRIS, J.; COLBY, W.G. 1951. Cation-exchange capacity of plant roots. Soil Sci. 72: 139-147.
- (38).- DUNHAM, R.S. 1955. Annual, winter annual and biennial weeds. Res. Rep. 12th ann. N. Central Weed Control Conf. 52-82.
- (39).- DUNHAM, R.S. 1956. Annual and winter annual grass weeds Res. Rep. 13th N. Central Weed Control Conf. 46-60.
- (40).- EPSTEIN, E. 1972, Mineral nutrition of plants: Principles and Perspectives. John Wiley & Sons . Inc, 412 pp.
- (41).- EL-HATTAB, H.S.; KAMEL, M.S.; ABDEL-GALIL, A.A. 1970. The effect of the rate of seeding and the number of irrigations on the wheat yield and its components. 1. The effect of the rate of seeding on the wheat and its components. Bull. of Fac. Agric. Univ. Cairo, 18:223-238.
- (42).- FRIESEN, G. 1955. Cereal crops and corn. Res. Rep. Nat. Weed Comm. W. Sect. Can. 84-88.

- (43).- FRIESEN, G.; SHEBESKI, L.H. 1960. Economic losses caused by weed competition in Manitoba grain fields I. Weed species, their relative abundance and their effect on crop yields. Can. J. Plant Sci. 40: 457-467.
- (44).- FRIESEN, G.; SHEBESKI, L.H.; ROBINSON, A.D. 1960. Economic losses caused by weed competition in Manitoba grain fields. II. Effect of weed competition on the protein content of cereal crops. Can. J. Plant Sci. 40: 652-658.
- (45).- FURRER, O.J.; STAUFFER, W. 1970. Influence of drill row spacings and seed rate on growth and yield of spring wheat. Schweiz. Landw. Forsch. 9: 361-379.
- (46).- GEIGY, S.A. 1969. Trials in cereal crops in Morocco with a view to the destruction of wild oat and other resistant weeds. Conf. sur Problème des Mauv. Herb. et les Moyens de Lutte. Tunis pp. 10.
- (47).- GILL, N.T.; VEAR, K.C. 1965. Botánica agrícola. Edit. Acribia, Zaragoza.
- (48).- GODEL, G.L. 1935. Relation between rate of seeding and yield of cereal crops in competition with weeds Sci. Agr. 16: 165-168.

- (49).- GODEL, G.L. 1938. Cereal growing on weedy land in north eastern Saskatchewan. Effect of heavy seeding with the use of fertilizer on the development of weeds and crops. Sci. Agr. 19: 21-32.
- (50).- GRANSTRÖM, B. 1957. Studien über die Konkurrenz zwischen Unkräuter und Kulturpflanzen. Pap. 4th Int. Congr. Crop Prot. 60-61.
- (51).- GREAT BRITAIN 1957. Rep. Rothamsted Exp. Sta. pp. 280,
- (52).- GREAT BRITAIN 1959. Rep. Rothamsted Exp. Sta. 1958. pp. 83.
- (53).- GREAT BRITAIN 1962. Rep. Rothamsted Exp. Sta. 1961. pp. 236.
- (54).- GUELL, F. 1971. Contribución al estudio de las especies de avena loca en cereales. 1^a Symp. Nac. de Herbicidas . Tomo I. Don. Gral. Agric. y Sind. Nac. Ind. Quimicas. Madrid.
- (55).- GUILLEMENET, R. 1971. Avoines folles dans la Vienne Rev. Phytoma. Défense des cultures. Novembre,
- (56).- HÄHLIN, M. 1959. Forsök med IPQ och Kalk väve mot flyghavre *A. fatua* L. Vaxtödling 10: 22-30.
- (57).- HANNAH, L.H. 1964. Wild oat competition in wheat and flax. Proc. 20th N. Cent. Weed Control Conf. 47-48.

- (58).-- HARRINGTON, J.B. 1955. The control of wild oats by cultural methods. Agric. Bull. Saskat. Coll. Agric. 131:4.
- (59).-- HOBBS, E.H.; KROGMAN, K.K. 1974. Evapotranspiration of wheat, oats and barley. Can.J. Plant Sci, 54: 23-27.
- (60).-- HOEPFNER, K.H. 1969. Adverse effect on the yield on spring barley by wild oats (*A.fatua* L.). Nachr. Bl. dt. PflSchutzdienst, Berlin, 49: 139-140.
- (61).-- HOLMES, H.M.; PFEIFFER, R.K. 1962. Some aspects of the use of Barban for wild oat control in winter wheat. Weed Res. 2: 110-121.
- (62).-- INDIAN HEAD EXPER. FARM. SASKATCHEWAN. 1967. Control of weeds. Res. Rep. Indian Head Expl. Fm. 1965-1966.
- (63).-- JOHNSON, L.P.V. 1935. General preliminary studies on the physiology of delayed germination in *A.fatua*. Can. Jour. Rev. 13: 283-300.
- (64).-- KIRBY, E.J.M.; FARIS, D.G. 1972. The effect of plant density on tiller growth and morphology in barley. Jour. Agric. Sci., UK, 78: 281-288.
- (65).-- KIRK, J.; COURTNEY, A.D. 1972. A study of the survival of wild oats (*Avena fatua*) seeds buried in farm yard manure and fed to bullocks. Proc. 11th Br. Weed Control Conf. 226-233,

- (66).-- KOCH, W. 1967. Competition between crop plants and weeds (2). Effect of annual weeds on cereals. Weed Res. 7: 22-28.
- (67).-- KOCH, W. 1967. Untersuchungen zur konkurrenz wirkung von kulturpflanzen und Unkrautern aufeinander. Weed Res. 3: 205-213.
- (68).-- KOCH, W.; KOCHER, H. 1968. The significance of the nutrient factor on the competition between crop plants and weeds. Z. Pflkrankh. PflPath. Pfl-Schutz. (4): 79-87.
- (69).-- LADIZINSKY, G. 1971. Biological flora of Israel, 2. Avena L. Israel Jour. of Botany, 20: 133-151.
- (70).-- LEGGETT, H.W. 1955. Special session on wild oats. Progress report on wild oats. Ibid, 33-35.
- (71).-- LEGGETT, H.W. 1957. Wild oats. Res. Rep. Nat. Weed Comm. W. Sect. 35-54.
- (72).-- LINDENBEIN, W.; RADEMACHER, B. 1960. Avena ludoviciana Dur. - der Winter flugsafer. Saatgut- wirtschaf 7: 191-193.
- (73).-- LITAV, M. 1965. Effects of soil type and competition on the occurrence of A. sterilis L. in the Judea Hills, (Israel). Israel J. Botany 14: 74-89.

- (74).- LITAV, M.; ORSHAN, G. 1963. Ecological studies on some sub-lithophytic communities in Israel. Israel J. Botany 12: 41.
- (75).- LONGCHAMP, R. 1967. Aspects de la competition entre les mauvaises herbes et les plantes cultivées. Compte Rendu journées d'Etudes sur herbicides. COLUMA. Versailles.
- (76).- LOPEZ DE SAGREDO, F. 1965. Aplicación de herbicidas selectivos para la eliminación de la "Avena loca" en campos de cereales. Bol. Pat. Veg. y Entom. Agrícola. 28: 299-317.
- (77).- LOVETT, J.V.; KIRBY, E.J.M. 1971. The effect of plant populations and CCC on spring wheat varieties with and without a dwarfing gene. Jour. Agric. Sci, UK, 77:499-510.
- (78).- LUK'YANYUK, V.I.; DOLGOKVOROV, V.E. 1971. Photosynthetic activity of different spring wheat cultivars as dependent on the rates of sowing, Izv. Timiry. Sel'skok. Akad, №3: 24-30.
- (79).- MALZEW, A.I. 1930. Wild and cultivated oats, section Euavena. Griseb. Bull. appl. Bot. Pl. Breed. Suppl. 38.
- (80).- MATTSO, S. 1966. The ionic relationship of soil and plant. Acta Agricultura. Scand. 16:135-143.

- (81).- MAYNADIER, M.H.; PELLOT, Ph.; COCHET, J.C.; BAYON, F.
1974. Essais de lutte contre les folles avoï
nes dans le blé tendre d'hiver. I.T.C.F.Paris.
- (82).- Mc BEATH, D.K.; DEW, D.A.; FRIESEN, H.A. 1970. Compe
tition between barley and wild oats as affec
ted by nitrogen, barban and time of seeding.
Can. J. Plant Sci. 50: 541-550.
- (83).- Mc CURDY, E.V. 1958. The effect of crop competition
on the number of wild oats in the crop. Res.
Rep. Can. Nat. Weed Comm. West Sect. 34.
- (84).- Mc FADDEN, A.B. 1970. Influence of seeding dates, see
ding rates and fertilizers on two cultivars
of barley. Can. J. Plant Sci. 50: 693-699.
- (85).- MOLBERG, E.S. 1958. Wild oats (a). Cultural and cro
pping. Res. Rep. W. Sect. Nat. Weed Comm. Cana
da 33-35.
- (86).- MOLISCH, H. 1937. Der Einfluss einer Pflanze auf die
andere Allelopathie. Iena.
- (87).- NAKONESHNY, W.; FRIESEN, G. 1961. The influence of
commercial fertilizer treatment on weed com
petition in spring sown wheat. Can. J. Plant
Sci, 41: 231-238.
- (88).- OSVALD, H. 1950. On antagonism between plants. Proc.
7th Intern. Botan. Congr, 167-171.

- (89).- PAUNERO, E. 1957. Las avenas españolas. III. An.
Inst. Bot. A.J. Cavanilles Tomo XV:337-415.
- (90).- PAVLYCHENKO, T. K. 1937. Quantitative study of the
entire root systems of weed and crop plants
under field conditions. Ecology 18:62-97.
- (91).- PAVLYCHENKO, T.K. 1949. Plant competition and weed
control. Agr. Inst. Rev. 4: 142-145.
- (92).- PAVLYCHENKO, T.K.; HARRINGTON, J.B. 1934. Competition
efficiency of weeds and cereal crops. Can.J.
Res. 10: 77-94.
- (93).- PAVLYCHENKO, T.K.; HARRINGTON, J.B. 1935. Root deve-
lopment of weeds and crops in competition un-
der dry farming. Sci, Agr. 16: 151.
- (94).- PERALTA, F. de, 1935. Some principles of competition
illustrated by sudan grass, *Holcus sorghum*
sudanensis. (Pipe). Bot. Ecol. Monogr. 5:355-404.
- (95).- PFEIFFER, R.K.; HOLMES, H.M. 1961. A study of the com-
petition between barley and oats as influenced
by barley, seed rate, nitrogen level and bar-
ban treatment. Weed Res, 1: 5-18.
- (96).- PUCKRIDGE, D.W. 1968. Competition for light and its
effect of leaf and spikelet development of
wheat plants. Aust. J, Agric. Res. 19:191-201.

- (97).- PUCKRIDGE, D.W.; DONALD, C.M. 1967. Competition among wheat plants sown at a wide range of densities. Aust. J. Agric. Res. 18: 193-211.
- (98).- QUAIL, P.H.; CARTER, O.G. 1968. Survival and seasonal germination of seeds of *A.fatua* and *A.ludoviciana*. Aust. J. Agric. Res. 19: 721-729.
- (99).- QUAIL, P.H.; CARTER, O.G. 1969. Dormancy in seeds of *A.ludoviciana* and *A.fatua*. Aust. J. Agric. Res. 20: 1-11.
- (100).- RADEMACHER, B. 1966. The current status and achievements of agrochemical and agrobiological research. 13. Weed control in cereals viewed as a problem of soil fertility. Landw. Forsch. (Sondech, 20) 21-38.
- (101).- RIGER, A.A. 1956. Opyt bor'by's ovsingom pary. Zemledelie 6: 120-122.
- (102).- RIKLI, M. 1948. Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer Huber. Bern
- (103).- RIVAS-MARTINEZ, S.; RIVAS-MARTINEZ, C. 1968. La vegetación arvense de la provincia de Madrid. An. Ins Bot. A.J. Cavanilles Tomo XXVI: 105-129.
- (104).- ROBBINS, W.W.; BELLUE, M.K.; BALL, W.S. 1951. Weeds of California. Sacramento, U.S.A.

- (105).-- ROTHAMSTED EXPERIMENTAL STATION, 1973. Report Par 1
pp. 89.
- (106).-- SELMAN, M. 1970. Control of wild oats and black-grass
Rep. Boxworth exp. Husb. Fm. 1969: 9-17.
- (107).-- SELMAN, M. 1970. Problems of the intensive cereal grower
Agriculture, London 77:33-34.
- (108).-- SELMAN, M. 1970. The population dynamics of *Avena fatua*
(wild oats) in continuous spring barley. Desira-
ble frequency of spraying with triallate. Proc.
10th Br. Weed Control Conf. 1176-1188.
- (109).-- SEXSMITH, J.J. 1955. Delayed seeding of wheat and bar-
ley for the control of wild oats, Res. Rep. 12th
N. Cent. Weed Control Conf. 52-82.
- (110).-- SEXSMITH, J.J.; RUSSELL, G.C. 1963. Effect of nitrogen
and phosphorus fertilization on wild oats and
spring wheat. Can. J. Plant Sci. 43: 63-69.
- (111).-- SHELTON, H.M.; HUMPHREYS, L.R. 1975. Undersowing rice
(*Oryza sativa*) with *Stylosanthes guyanensis*. II.
Delayed sowing time and drop variety. 97-101.
- (112).-- SHEPLEY, S.C.; VARNER, J.E. 1970, Respiration and pro-
tein synthesis in dormant and after-ripened seeds
of *Avena fatua*. Plant Physiol. 46: 108-112.

- (113).- SINYAGIN, I.I. 1966. Biological grouping of weeds according to their relations to mineral fertilizers. *Agrokhimiya* 3: 11-17.
- (114).- SINYAGIN, I.I.; ANCHIKHOROVA, O.P.; ZHUKOVA, L.M. 1964. Development of some crop plants and weeds under different conditions of nutrition. *Dok. Akad. S.Kh. Nauk.* 2:2-5.
- (115).- SOLER CAMPELLO, J. 1971. Resultados obtenidos con el metoxuron, en el S. de España en la lucha contra Avena spp. en trigo y cebada de otoño. 12 Simp. Nac. de Herbicidas. Tomo I. Don. Gral. de Agricultura y Sind. Nac. de Ind. Quimica. Madrid.
- (116).- STANTON, J.R. 1955. Oat identification and classification. U.S. Dept. Agric. Techn. Bulletin. Vol. XXV 1-206.
- (117).- SULEIMENOV, M.K. 1972. Sowing rates for common and durum spring wheats grown on southern chernozems in Tselinograd province. *Dok. Vsesoy. Orden Lenina Ak. Sel'sk. Nauk un Lenina* 6:9-11
- (118).- SUTCLIFFE, J.F. 1962. Mineral salts absorption in plants. Edit. Pergamon Press. Oxford. 194pp.

- (119).-- THURSTON, J. M. 1951. Some experiments and field observations on the germination of wild oat, (*A. fatua* and *A. ludoviciana*) seeds in soil and the emergence of seedlings. *Ann. App. Biol.* 38:812-832.
- (120).-- THURSTON, J.M, 1954. A survey of wild oats. (*A. fatua* and *A. ludoviciana*) in England and Wales in 1951. *Ann. App. Biol.* 41:619-636.
- (121).-- THURSTON, J.M. 1954. Wild oats. Rep. Rothamsted Exp. Sta. 64 pp.
- (122).-- THURSTON, J.M. 1956. Wild oats, Rep. Rothamsted Exp. Sta. 51 pp.
- (123).-- THURSTON, J.M. 1956. Wild oats, J. Roy. Agr. Soc. 117: 43-52.
- (124).-- THURSTON, J.M. 1959. A comparative study of the growth of wild oats (*A.fatua* and *A.ludoviciana* Dur.) and of cultivated cereals with varied nitrogen supply. *Ann. App. Biol.* 47:716-734.
- (125).-- THURSTON, J.M. 1961. The effect of depth of burying and frequency of cultivation on survival and germination of seeds of wild oats. (*A.fatua* L. and *A.ludoviciana* Dur.) *Weed Res.* 1:19-31.

- (126).- THURSTON, J.M. 1962. Biology and control of wild oats. Rep. Rothamsted Exp. Sta. 236-253.
- (127).- THURSTON, J. M. 1962b. The effect of competition from cereal crops on the germination and growth of *A.fatua* L. in a naturally infested field. Weed Res. 2: 192-207.
- (128).- THURSTON, J.M. 1964. The biological basis of the control of wild oats. Quart. Rev. N.A.A.S. 65: 22-28.
- (129).- THURSTON, J.M. 1970. Weed studies. Rep. Rothamsted Exp. Sta. 1:120-122.
- (130).- TINGEY, D.C. 1965. Control of wild oats in small grains. Bull. Utah State Univ. Agric. Exp. Sta. 450 pp.
- (131).- UNITED STATES 1958. Research Reports. Annual, winter annual, and biennial weeds. Proc. 15th N. Central Weed Control Conf. 96-104.
- (132).- VARMA, S.C. 1938. On the nature of the competition between plants in the early phases of their development. Ann. Bot. 2:203-225.
- (133).- VASCONCELLOS, J.C. 1970. Gramineas infestantes das searas de trigo. Bol. Agr.Nit.Port.Agron. 2: 1-5.

- (134).- VASCONCELLOS, J.C. 1971. Tipos de propagação natural das infestantes mais importantes. 1ª Simp. Nac. de Herbologia. Vol I. Oeiras.
- (135).- VICENTE, F.; JORDAN, D. 1971. El Benzoilprop-etil (WL. 17.731), nuevo herbicida para el control de la Avena loca. 1ª Simp. Nac. de Herbicidas. Tomo I. Don. Gral. de Agricultura y Sind. Nac. de Ind. Quimicas. Madrid.
- (136).- WACQUANT, J.P. 1974. Recherches sur les propriétés d'absorption cationique des racines (rôle physiologique et importance écologique). Thèse doctorel. C.N.R.S., Centre D'études Phytos. et Ecol. Louis Emberger. Montpellier.
- (137).- WATSON, D.J.; FRENCH, S.A.W. 1971. Interference between rows and between plants within rows of a wheat crop, and its effects on growth and yield of differently spaced row. Jour. App. Ecol. 8: 421-445.
- (138).- WEAVER, J.E.; CLEMENTS, F. 1944. Ecologia vegetal. Acme Agency. Buenos Aires.
- (139).- WILSON, B.J. 1970. Studies of the seeding of seed of Avena fatua in various cereal crops and the presence of this seed in the harvested material. Proc. 10th Br. Weed Control Conf. 831-36

- 111 -
- (140).- YOUNG, R.A.; BAVER, A. 1971. Effect of row spacing, fertilizer rate, fertilizer placement and seeding rate on performance of spring wheat and barley. Res. Rep. Agr. Exp. Sta. North Dak. St. Univ. No. 35. 18 pp.
- (141).- ZEIDAN, E.M. 1974. Response of local and Mexican wheat cultivars to plant density. Zeitschrift für Acker-und Pflanzenbau. 139:214-221.